ADMINISTRATION DES MINES — BESTUUR VAN HET MIJNWEZEN

164

Annales des Mines

DE BELGIQUE



Annalen der Mijnen

VAN BELGIE

Direction - Rédaction :

INSTITUT NATIONAL DES INDUSTRIES EXTRACTIVES

Directie - Redactie :

NATIONAAL INSTITUUT VOOR DE EXTRACTIEBEBRIJVEN

4000 LIEGE, Bois du Val Benoit, rue du Chéra — TEL. (04) 52.71.50

JUILLET-AOUT 1972 Mensuel — Nos 7-8 — Maandelijks **JULI-AUGUSTUS 1972**

ANNALEN DER MIJNEN VAN BELGIE

OFFICIEEL ORGAAN

van het Nationaal Instituut voor de Extractiebedrijven en van de Administratie der Mijnen

Uitgever : EDITIONS TECHNIQUES ET SCIENTIFIQUES
Borrensstraat, 35-43 - 1050 Brussel - Tel. 47.38.52 - 48.27.84

BERICHT

De Annalen der Mijnen van België verschijnen maandelijks. In 1971 werden 1472 bladzijden tekst alsmede talrijke tabellen buiten tekst gepubliceerd.

Het Nationaal Instituut voor de Extractiebedrijven neemt de taak van het bestuur en de redactie van het tijdschrift op zich. Dit laatste vormt een wezenlijk arbeidsinstrument voor een groot aantal nationale bedrijven dank zij het verspreiden en het algemeen bruikbaar maken van een zeer rijke documentatie :

1) Zeer recente statistieken betreffende België en de aangrenzende landen.

2) Originele memories, gewijd aan al de problemen van de extractieve nijverheden, de kolen- en de ijzer- en staalnijverheid, de chemische nijverheid en andere, onder haar veelvoudige technische, economische, sociale, statistische en financiële aspekten.

3) Regelmatige verslagen — principieel jaarlijkse — opgesteld door bevoegde personaliteiten, betreffende bepaalde grote problemen zoals de mijntechniek in 't algemeen, de veiligheid in de mijnen, de mijnhygiëne, de evolutie van de sociale wetgeving, de statistiek van de mijnen, van de groeven, van de ijzer- en staalnijverheid, van de agglomeratenfabrieken voor België en aangrenzende landen, de toestand van de steenkolennijverheid over de gehele wereld, enz.

4) Vertalingen, samenvattingen of ontledingen van aan buitenlandse tijdschriften ontleende artikelen.

5) Een bibliografische inhoudsopgave, opgesteld na grondig onderzoek van alle publicaties ter wereld die betrekking hebben op de door de Annalen der Mijnen behandelde onderwerpen.

Elk artikel wordt voorafgegaan van een beknopte samenvatting in 't Frans, in 't Nederlands, in 't Duits en in 't Engels.

De abonnees van de « Annalen der Mijnen » bekomen insgelijks, kosteloos en op aanvraag, de door het Nationaal Instituut voor de Extractiebedrijven opgestelde technische tijdschriften : « Mijnen en Groeven », « Valorisatie en Aanwending van Brandstoffen ». Het volstaat een aanvraag te richten tot NIEB, Bois du Val-Benoît, rue du Chéra, Liège.

* * *

N.B. — *Men abonneert zich door de som van 915 F (BTW inbegrepen) (920 Belgische Franken voor het buitenland) over te schrijven op de postrekening nr 10.48.29 van « Editions Techniques et Scientifiques », Borrensstraat, 35-43, te 1050 Brussel.*

Alle abonnementen nemen aanvang van 1 januari af.

Men bekomt, kosteloos en op aanvraag, de publiciteitstarieven alsmede een proefaflevering.

ANNALES DES MINES DE BELGIQU[E]

ORGANE OFFICIEL

de l'Institut National des Industries Extractives et de l'Administration des Mines

Editeur : EDITIONS TECHNIQUES ET SCIENTIFIQUES

rue Borrens 35-43 - 1050 Bruxelles - Tél. 47.38.52 - 48.27.84 - 48.05.38

NOTICE

Les « Annales des Mines de Belgique » paraissent mensuellement. En 1971, 1472 pages de texte, ainsi que de nombreuses planches hors texte, ont été publiées.

L'Institut National des Industries Extractives assume la direction et la rédaction de la revue. Celle-ci constitue un véritable instrument de travail pour une partie importante de l'industrie nationale en diffusant et en rendant assimilable une abondante documentation :

1) Des statistiques très récentes, relatives à la Belgique et aux pays voisins.

2) Des mémoires originaux consacrés à tous les problèmes des industries extractives, charbonnières, métallurgiques, chimiques et autres, dans leurs multiples aspects techniques, économiques, sociaux, statistiques, financiers.

3) Des rapports réguliers, et en principe annuels, établis par des personnalités compétentes, et relatifs à certaines grandes questions telles que la technique minière en général, la sécurité minière, l'hygiène des mines, l'évolution de la législation sociale, la statistique des mines, des carrières, de la métallurgie, des cokeries, des fabriques d'agglomérés pour la Belgique et les pays voisins, la situation de l'industrie minière dans le monde, etc...

4) Des traductions, résumés ou analyses d'articles tirés de revues étrangères.

5) Un index bibliographique résultant du dépouillement par INIEX de toutes les publications paraissant dans le monde et relatives à l'objet des Annales des Mines.

Chaque article est accompagné d'un bref résumé en français, néerlandais, allemand et anglais.

Les abonnés aux « Annales des Mines » peuvent recevoir **gratuitement** les Bulletins Techniques de l'Institut National des Industries Extractives (INIEX) : « Mines et Carrières », « Valorisation et Utilisation des Combustibles », « Polymères ». Les demandes sont à adresser à INIEX Bois du Val-Benoît, rue du Chéra, 4000 Liège.

* * *

N.B. — *Pour s'abonner, il suffit de virer la somme de 915 francs (TVA incluse) (920 francs belges pour l'étranger) au compte de chèques postaux n° 1048.29 des Editions Techniques et Scientifiques, rue Borrens 35-43 - 1050 Bruxelles. Tous les abonnements partent du 1er janvier.*

Tarifs de publicité et numéro spécimen gratuit sur demande.

ADMINISTRATION DES MINES — BESTUUR VAN HET MIJNWEZEN

Annales des Mines

DE BELGIQUE



Annalen der Mijnen

VAN BELGIE

Direction - Rédaction :

INSTITUT NATIONAL DES INDUSTRIES EXTRACTIVES

Directie - Redactie :

NATIONAAL INSTITUUT VOOR DE EXTRACTIEBEDRIJVEN

4000 LIEGE, Bois du Val Benoit, rue du Chéra — TEL. (04) 52.71.50

JUILLET-AOUT 1972 Mensuel — N°s 7-8 — Maandelijks **JULI-AUGUSTUS 1972**

COMITE DE PATRONAGE

MM. H. ANCIAUX, Inspecteur général honoraire des Mines, à Wemmel.
L. BRACONIER, Président-Administrateur-Délégué de la S.A. des Charbonnages de la Grande Bacnure, à Liège.
P. DE GROOTE, Ancien Ministre, à Bruxelles.
M. DE LEENER, Administrateur-Délégué de l'Association des Centrales Industrielles de Belgique, à Bruxelles.
A. DELMER, Secrétaire Général Honoraire du Ministère des Travaux Publics, à Bruxelles.
N. DESSARD, Président d'Honneur de l'Association Charbonnière de la Province de Liège, à Liège.
A. HENSKENS, Président du Conseil d'Administration de la Fédération Professionnelle des Producteurs et Distributeurs d'Electricité de Belgique, à Bruxelles.
L. JACQUES, Président de la Fédération de l'Industrie des Carrières, à Bruxelles.
E. LEBLANC, Président d'Honneur de l'Association Charbonnière du Bassin de la Campine, à Bruxelles.
J. LIGNY, Président de l'Association Charbonnière des Bassins de Charleroi et de la Basse-Sambre, à Marcinelle.
A. MEYERS (Baron), Directeur Général Honoraire des Mines, à Bruxelles.
G. PAQUOT, Président de l'Association Charbonnière de la Province de Liège, à Liège.
M. PERIER, Président de la Fédération de l'Industrie du Gaz, à Bruxelles.
P. van der REST (Baron), Président du Groupement des Hauts Fourneaux et Aciéries Belges, à Bruxelles.
J. VAN OIRBEEK, Président Honoraire de la Fédération des Usines à Zinc, Plomb, Argent, Cuivre, Nickel et autres Métaux non ferreux, à Bruxelles.
C. VESTERS, Directeur Général Honoraire de la « N.V. Kempense Steenkolenmijnen ». à Houthalen.

BESCHERMEND COMITE

HH. H. ANCIAUX, Ere Inspecteur Generaal der Mijn Wemmel.
L. BRACONIER, Voorzitter-Afgevaardigde-Beheerder de N.V. « Charbonnages de la Grande Bacnure Luik.
P. DE GROOTE, Oud-Minister te Brussel.
M. DE LEENER, Afgevaardigde-Beheerder van de V ging der Electrische Industriële Centrales van Belg Brussel.
A. DELMER, Ere-Secretaris Generaal van het Ministeri Openbare Werken, te Brussel.
N. DESSARD, Ere-Voorzitter van de Vereniging der K mijnen van de Provincie Luik, te Luik.
A. HENSKENS, Voorzitter van de Bedrijfsfederatie Voortbrengers en Verdelers van Electriciteit in B te Brussel.
L. JACQUES, Voorzitter van het Verbond der Gro te Brussel.
E. LEBLANC, Ere-Voorzitter van de Associatie der pische Steenkolenmijnen, te Brussel.
J. LIGNY, Voorzitter van de Vereniging der Kolenm van het Bekken van Charleroi en van de Beneden ber, te Marcinelle.
A. MEYERS (Baron), Ere-Directeur Generaal der M te Brussel.
G. PAQUOT, Voorzitter van de Vereniging der Kole nen van de Provincie Luik, te Luik.
M. PERIER, Voorzitter van het Verbond der Gasnijve te Brussel.
P. van der REST (Baron), Voorzitter van de « Group des Hauts Fourneaux et Aciéries Belges », te Brus
J. VAN OIRBEEK, Ere-Voorzitter van de Federati Zink-, Lood-, Zilver-, Koper-, Nikkel- en andere ferro-Metalenfabrieken, te Brussel.
C. VESTERS, Ere-Directeur Generaal van de N.V. pense Steenkolenmijnen, te Houthalen.

COMITE DIRECTEUR

MM. J. MEDAETS, Directeur Général des Mines, à Bruxelles, Président.
P. LEDENT, Directeur de l'Institut National des Industries Extractives, à Liège, Vice-Président.
P. DELVILLE, Directeur Général de la Société « Evence Coppée et Cie », à Bruxelles.
C. DEMEURE de LESPAUL, Professeur émérite d'Exploitation des Mines à l'Université Catholique de Louvain, à Sirault.
P. GERARD, Directeur Divisionnaire Honoraire des Mines, à Hasselt.
H. LABASSE, Professeur émérite d'Exploitation des Mines à l'Université de Liège, à Liège.
J.M. LAURENT, Directeur Divisionnaire Honoraire des Mines à Jumet.
G. LOGELAIN, Directeur Général Honoraire des mines, à Bruxelles.
P. RENDERS, Directeur à la Société Générale de Belgique, à Bruxelles.

BESTUURSCOMITE

HH. J. MEDAETS, Directeur Generaal der Mijnen, te Brussel, Voorzitter.
P. LEDENT, Directeur van het Nationaal Instituut voor de Extractiebedrijven, te Luik, Onder-Voorzitter.
P. DELVILLE, Directeur Generaal van de Vennootschap « Evence Coppée et Cie» te Brussel.
C. DEMEURE de LESPAUL, Emeritus Hoogleraar in de Mijnbouwkunde aan de Katholieke Universiteit Leuven, te Sirault.
P. GERARD, Ere-Divisiedirecteur der Mijnen, te Hasselt.
H. LABASSE, Emeritus Hoogleraar in de Mijnbouwkunde aan de Universiteit Luik, te Luik.
J.M. LAURENT, Ere-Divisiedirecteur der Mijnen, te Jumet.
G. LOGELAIN, Ere-Directeur Generaal der Mijnen, te Brussel.
P. RENDERS, Directeur bij de « Société Générale de Belgique », te Brussel.

ANNALES DES MINES
DE BELGIQUE

n° 7/8 — juillet/août 1972

ANNALEN DER MIJNEN
VAN BELGIE

nr. 7/8 — juli/augustus 1972

Direction-Rédaction :
INSTITUT NATIONAL DES INDUSTRIES EXTRACTIVES

Directie-Redactie :
NATIONAAL INSTITUUT VOOR DE EXTRACTIEBEDRIJVEN

4000 LIEGE, Bois du Val Benoit, rue du Chéra — TEL. (04) 52.71.50

Sommaire - Inhoud

EDITION - ABONNEMENTS - PUBLICITE - UITGEVERIJ - ABONNEMENTEN - ADVERTENTIES
1050 BRUXELLES • EDITIONS TECHNIQUES ET SCIENTIFIQUES • 1050 BRUSSEL
Rue Borrens, 35-43 - Borrensstraat — TEL. 48.27.84 - 47.38.52

Dépôt légal : D/1972/0168

Wettelijke depot : D/1972/0168

BASSINS MINIERS / MIJNBEKKENS — Périodes / Perioden	Production nette / Netto produktie t	Consomm. propre et Fournit. au pers. / Eigen verbr. en levering aan het pers.	Stocks / Voorraden t	Jours ouvrés / Gewerkte dagen	Nombre d'ouv. présents / Aantal aanwezig arb. — Fond / Ondergrond	Nombre d'ouv. présents — Fond et surface / Onder- en bovengrond	Indices — Taille / Pijler	Indices — Fond / Ondergrond	Indices — Fond et surface / Onder- en bovengrond	Rendement (kg) — Fond / Ondergrond	Rendement (kg) — Fond et surface / Onder- en bovengrond	Présences (1) / Aanw. (%) — Fond / Ondergrond	Présences (%) — Fond et surface / Onder- en bovengrond	Mouvem. main-d'œuvre / Werkkrachten schomm. — Belges / Belgen	Etrangers / Vreemdel.	Total / Totaal	Grisou capté et valorisé / Opgevangen en gevaloriseerd mijngas — m³ à 8.500 kcal 0° C - 760 mm Hg
Hainaut - Henegouwen	195.290	14.834	130.126	24,00	5.229	7.635	0,218	0,534	0,801	1.871	1.248	72,91	76,04	— 32	— 13	— 45	3.009.811
Liège - Luik	79.298	6.456	70.848	24,00	2.568	3.658	0,239	0,627	0,894	1.594	1.119	81,31	82,85	— 10	— 7	— 17	
Campine - Kempen	616.194	67.257	401.878	24,00	12.182	16.461	0,092	0,376	0,515	2.657	1.943	88,81	90,42	— 40	+ 37	— 3	1.254.598
Le Royaume - Het Rijk	890.782	88.547	602.852	24,00	19.975	27.745	0,133	0,433	0,611	2.307(3)	1.636(3)	83,24	75,18	— 82	+ 17	— 65	4.264.409(2)
1972 Mars - Maart	1.055.122	98.579	594.896	22,98	19.549	27.292	0,139	0,430	0,606	2.323	1.648	81,73	83,86	— 131	— 74	— 205	4.775.558
Février - Februari	968.815	98.167	535.455	20,87	19.591	27.314	0,137	0,428	0,603	2.338	1.657	81,60	83,66	— 25	+ 56	+ 31	4.491.542
1971 Avril - April	691.297	71.885	98.777	14,94	19.687	28.846	0,159	0,469	0,719	2.130	1.408	82,36	84,60	— 156	— 84	— 240	3.706.523
1970 M.M.	946.858	93.227	214.909	18,80	21.479	[illegible].162	0,157	0,438	0,625	2.284	1.599	83,13	85,37	— 151	— 146	— 297	4.555.460
1968 M.M.	1.233.846	94.468	1.735.082	20,28	30.101	40.787	0,184	0,506	0,705	1.976	1.418	83,55	85,55	— 200	— 315	— 515	5.393.912
1967 M.M.	1.369.570	96.697	2.643.697	20,31	35.131	47.637	0,202	0,541	0,748	1.847	1.336	85,14	86,78	— 208	— 382	— 590	5.886.368
1966 M.M.	1.458.276	104.342	3.045.509	19,72	40.231	54.455	0,219	0,569	0,787	1.758	1.270	85,07	86.66	— 435	— 617	—1052	4.938.413
1964 M.M.	1.775.376	118.885	1.488.665	21,33	50.710	68.032	0,237	0,635	0,866	1.574	1.155	83,71	85,66	— 291	+ 323	+ 32	5.514.722
1962 id.	1.768.804	124.240	1.350.544	21,56	52.028	71.198	0,224	0,610	0,853	1.624	1.156	81,17	83,82	— 411	+ 2	— 409	5.848.183
1960 id.	1.872.443	176.243	6.606.610	20,50	51.143	71.460	0,268	0,700	0,983	1.430	1.018	81,18	83,70	— 753	— 745	—1498	5.702.727
1956 id.	2.455.079	254.456	179.157	23,43	82.537	112.943	0,35	0,86	1,19	1.156	838	84,21	86,29	— 357	— 300	— 657	7.443.776
1948 id.	2.224.261	229.373	840.340	24,42	102.081	145.366	—	1,14	1,64	878	610	—	85.88	—	—	—	—
1938 id.	2.465.404	205.234	2.227.260	24,20	91.945	131.241	—	0,92	1,33	1.085	753	—	—	—	—	—	—
1913 id.	1.903.466	187.143	955.890	24,10	105.921	146.084	—	1,37	1,89	731	528	—	—	—	—	—	—
1972 Semaine du 22 au 28-4 / Week van 22 tot 28-4	243.678	—	603.203	5	20.685	29.058	—	—	—	2.365	1.686	80,00	83,00	—	—	—	—

N. B. — (1) Uniquement les absences individuelles. — Alléén individuële afwezigheid.
(2) Dont environ 5 % non valorisé. — Waarvan ongeveer 5 % niet gevaloriseerd.
(3) Sans les effectifs de maîtrise et de surveillance : Fond : 2.631 — Fond et surface : 1.833. — Zonder de sterkte van meester- en toezichtspersoneel : Ondergrond : 2.631 — Onder- en bovengrond : 1.833.

BELGIQUE — FOURNITURE DE CHARBONS BELGES AUX DIFFERENTS SECTEURS ECONOMIQUES — AVRIL 1972
BELGIE — LEVERING VAN BELGISCHE STEENKOLEN AAN DE VERSCHEIDENE ECONOMISCHE SECTORS t — APRIL 1972

PERIODES / PERIODEN	Foyers domestiques, artisanat, commerce, administrations publiques	Huisbrand, kleinbedrijf, handel, openbare diensten	Cokeries / Cokesfabrieken	Fabriques d'agglomérés / Agglomeratenfabr.	Centrales électr. publiques / Openbare elektr. centrales	Sidérurgie / IJzer- en staalnijverheid	Fabrications métall. / Metaalverwerkende nijverheden	Métaux non ferreux / Non-ferro metalen	Chimie / Chemische nijverh.	Chemins de fer et autres transports / Spoorwegen en ander vervoer	Textiles, habillement, cuir / Textiel, kleding, leder	Denr. alim., boissons, tabacs / Voedingswaren, dranken, tabak	Produits minéraux non métalliques	Niet metalen delfstoffen	Pâtes à papier, papier / Papierpulp, papier	Industries diverses / Allerlei nijverheidstakken	Exportations / Uitvoer	Total du mois / Tot. v. d. maand
1972 Avril - April	74.245		487.454	33.378	156.680	15.072	1.127	5.712	142	1.000	122	2.174	2.267		3.622	1.439	30.953	815.387
Mars - Maart	82.479		533.072	39.532	199.145	17.086	701	8.068	—	1.290	498	1.515	2.961		5.031	1.905	26.397	920.298
Février - Februari	96.535		422.897	43.026	156.339	18.485	1.499	6.922	404	1.263	472	760	2.120		5.046	1.806	29.848	787.422
1971 Avril - April	83.134		347.266	38.040	152.982	15.377	1.664	7.180	240	2.711	275	3.063	4.849		4.128	6.744	27.738	695.391
1970 M.M.	112.550		464.180	54.101	18.468	11.596	19.132	10.100	425	2.370	388	4.161	6.725		4.191	4.359	44.102	925.190
1969 M.M.	132.890		519.889	51.651	271.629	13.387	2.502	12.188	374	2.630	521	5.564	9.328		4.790	3.035	74.823	1.105.199
1968 M.M.	166.544		510.582	63.687	316.154	10.976	2.595	10.189	1.129	3.241	588	6.703	11.598		4.382	3.566	95.376	1.207.310
1967 M.M.	179.557		511.078	66.778	322.824	12.848	3.358	12.199	1.900	3.861	1.033	5.946	17.630		4.454	4.134	125.871	1.273.471
1966 M.M.	174.956	(2) 12.534	466.091	76.426	334.405	13.655	4.498	15.851	6.366	7.955	1.286	5.496	15.996	(3) 11.063	5.558	14.288	99.225	1.265.649
1964 M.M.	217.027	14.940	526.285	112.413	294.529	8.904	7.293	21.429	13.140	23.176	2.062	13.632	22.867	57.211	10.527	15.150	169.731	1.530.316
1962 M.M.	278.231	13.871	597.719	123.810	341.233	8.112	10.370	21.796	23.376	45.843	3.686	17.082	26.857	65.031	13.549	20.128	223.832	1.834.526
1960 M.M	266.847	12.607	619.271	84.395	308.910	11.381	8.089	28.924	18.914	61.567	6.347	20.418	38.216	58.840	14.918	21.416	189.581	1.770.641
1956 M.M.	420.304	15.619	599.722	139.111	256.063	20.769	12.197	40.601	41.216	91.661	13.082	30.868	64.446	71.682	20.835	32.328(1)	353.828	2.224.332
1952 M.M.	480.657	14.102	708.921 (1)		275.218	34.685	16.683	30.235	37.364	123.398	17.838	26.645	63.591	81.997	15.475	60.800	209.060	2.196.669

N. B. — (1) Y compris le charbon livré aux usines à gaz. — Daarin begrepen de aan de gasfabrieken geleverde steenkolen.

GENRE PERIODE / AARD PERIODE	Ovens in werking: Batteries / Batterijen	Fours / Ovens	Reçu - Ontv.: Belge / Inheemse	Etranger / Uitheemse	Enfourné / In de oven geladen	Huiles combustibles / Stookolie (t)	Production - Produktie: Gros coke / Dikke cokes > 80 mm	Autres / Andere	Total / Totaal	Consomm. propre / Eigen verbruik	Livr. au personnel / Levering aan pers.	Débit - Afzet: Sect. domest., artisanat et admin. publ. / Huis. sektor, kleinbedrijf en openb. diensten	Sidérurgie / IJzer- en staalnijverheid	Centr. électr. publiques / Openb. elektr. centrales	Transports / Vervoer	Autres secteurs / Andere sektors	Exportation / Uitvoer	Total / Totaal	Stock fin de mois / Voorraad einde maand (t)	Ouvriers occupés / Tewerkgestelde arbe[iders]
Gras A et B / Vetkool A en B	—	—	471.765	360.552	728.026	(4)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Autres - Andere	—	—	24.272	5.091	37.488	(4)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Le Royaume - Het Rijk	44	1.457	496.037	365.643	765.514	(4)	478.506	106.871	585.377	20	1.295	2.325	511.048	5	885	27.299	20.550	562.112	209.981	2.970
1972 Mars - Maart	43	1.429	550.104	218.617	795.062	(4)	503.571	101.417	604.988	29	1.830	3.196	539.936	15	777	28.934	19.741	592.599	184.039	3.075
Fév. - Februari	42	1.400	427.011	251.706	657.477	(4)	416.119	91.910	508.029	240	2.140	6.462	490.251	26	549	26.465	26.240	549.993	171.860	2.965
1971 Avril - April	41	1.378	445.195	234.319	749.507	(4)	464.431	105.661	570.092	26	1.576	3.464	498.582	13	498	31.109	31.769	565.435	660.476	3.159
1970 M.M.	42	1.378	471.981	335.828	771.875	(4)	483.060	110.208	593.267	196	2.830	6.162	486.084	39	1.176	41.698	50.362	585.521	688.236	3.041
1969 M.M.	41	1.379	515.282	266.488	781.952	(4)	503.144	100.930	604.075	367	3.066	9.084	513.846	21	903	39.480	40.250	563.335	82.874	3.039
1968 M.M.	43	1.431	510.733	269.531	785.596	(4)	494.007	109.853	603.590	282	3.397	11.318	493.621	29	1.186	40.536	55.880	502.570	118.142	3.165
1967 M.M.	43	1.442	501.276	247.575	744.976	1.210	463.687	107.755	571.442	466	4.173	10.678	454.308	362	928	41.099	64.028	571.403	132.940	3.289
1966 M.M.	46	1.500	465.298	283.631	757.663	1.468	461.970	118.145	580.115	1.306	5.142	(2) 11.595 / (3) 1.342	442.680	117	1.010	44.278	66.884	567.906	188.726	3.524
1964 M.M.	49	1.581	520.196	283.612	805.311	840	485.178	131.291	616.429	1.759	5.640	13.562 / 1.833	483.554	83	1.209	48.159	59.535	607.935	161.531	3.998
1962 M.M.	13	1.439	581.012	198.200	778.073	951	481.665	117.920	599.585	6.159	5.542	14.405 / 2.342	473.803	159	1.362	46.384	53.450	591.905	217.789	4.310
1960 M.M.	51	1.668	614.508	198.909	811.811	23.059(1)	502.323	124.770	627.093	7.803	5.048	12.564 / 2.973	468.291	612	1.234	49.007	82.218	616.899	269.877	3.821
1956 M.M.	44	1.530	601.931	196.725	784.875	10.068(1)	492.676	113.195	605.871	7.228	5.154	15.538 / 5.003	433.510	1.918	2.200	56.636	76.498	591.308	87.208	4.137
1948 M.M.	47	1.510	454.585	157.180	611.765	—	373.488	95.619	469.107	—	—	— / —	—	—	—	—	—	—	—	4.463
1938 M.M.	56	1.669	399.063	158.763	557.826	—	—	—	366.543	—	—	— / —	—	—	—	—	—	—	—	4.120
1913 M.M.	—	2.898	233.858	149.621	383.479	—	—	—	293.583	—	—	— / —	—	—	—	—	—	—	—	4.229

N.B. — (1) En hl. - In hl. — (2) Secteur domestique et artisanat - Huisbrand en kleinbedrijf. — (3) Administrations publiques - Openbare diensten. — (4) Chiffres indisponibles - Onbeschikbare cijfers.

BELGIQUE
BELGIE

COKERIES
COKESFABRIEKEN

GENRE PERIODE / AARD PERIODE	Gaz - Gas 1.000 m³, 4.250 kcal, 0° C, 760 mm Hg: Production / Produktie	Consomm. propre / Eigen verbruik	Débit - Afzet: Synthèse Ammon. fabr.	Sidérurgie / Staalnijverh.	Autres indus.(1) / Andere bedr.(1)	Distrib. publ. / Stadsgas	Sous-produits / Bijprodukten (t): Goudron brut / Ruwe teer	Ammoniaque / Ammoniak	Benzol
Gaz de fours - Hoogovengas	262.783	99.653	21.075	77.459	64.035	528	—	—	—
Autres - Andere	—	28.865	—	6.235	414	—	—	—	—
Le Royaume - Het Rijk	262.783	128.518	21.075	83.694	64.449	528	21.275	4.263	4.293
1972 Mars - Maart	275.566	135.552	20.877	91.927	62.387	907	23.136	4.336	4.007
Février - Februari	227.243	114.476	9.348	91.131	38.636	1.544	18.942	3.323	3.464
1971 Avril - April	256.107	133.230	21.038	86.144	20.856	12.607	21.126	4.667	4.558
1970 M.M.	264.156	132.455	19.397	80.926	24.615	44.077	19.471	3.995	4.586
1969 M.M.	266.093	131.627	22.652	83.604	12.529	60.304	20.527	5.141	5.366
1968 M.M	273.366	131.861	32.096	81.331	7.286	76.002	21.841	5.874	5.567
1967 M.M.	260.580	122.916	36.041	78.819	4.197	75.772	21.176	6.229	4.923
1966 M.M.	262.398	124.317	47.994	71.338	7.323	76.315	21.297	6.415	5.053
1964 M.M.	282.815	132.949	75.748	69.988	6.267	77.530	23.552	6.764	5.470
1962 M.M.	280.103	128.325	69.423	17.162	7.589	82.950	23.044	6.891	5.239
1960 M.M.	283.038	133.434	80.645	64.116	12.284	77.950	22.833	7.043	5.870
1956 M.M.	267.439	132.244	78.704	56.854	7.424	72.452	20.628	7.064	5.569
1948 M.M.	105.334	—	—	—	—	—	16.053	5.624	4.978
1938 M.M	75.334	—	—	—	—	—	14.172	5.186	4.635

(1) Dont centrales électriques — Waarvan elektrische centrales.

FABRIQUES D'AGGLOMERES
AGGLOMERATENFABRIEKEN

AVRIL 1972
APRIL 1972

PERIODE / PERIODE	Production - Produktie (t): Boulets / Eierkolen	Briquettes / Briketten	Total / Totaal	Consommation propre / Eigen verbruik (t)	Livraison au personnel / Lever. aan het personeel (t)	Mat. prem. / Grondstoffen (t): Charbon / Steenkool	Brai / Pek	Ventes et cessions / Verkocht en afgestaan (t)	Stock fin du mois / Voorraad einde maand (t)	Ouvriers occupés / Tewerkgestelde arbeid.
1972 Avr. - Apr.	35.372	1.440	36.812	1.275	13.573	34.656	2.861	22.587	19.672	170
Ma. - Maa.	37.386	2.110	39.496	1.111	15.139	39.729	2.716	24.280	20.294	181
Fév. - Feb.	45.926	1.470	47.396	1.456	16.037	44.406	3.898	31.255	21.348	193
1971 Avr. - Apr.	40.380	1.930	42.310	997	11.464	40.355	3.500	29.572	17.139	(4)
1970 M.M.	59.178	2.920	62.098	2.101	16.990	58.556	4.751	43.469	24.951	230
1969 M.M.	62.954	3.165	66.119	2.318	15.132	58.289	5.564	49.335	21.971	268
1968 M.M.	64.766	3.820	68.586	3.364	14.784	65.901	5.404	51.061	30.291	316
1967 M.M.	67.755	4.632	72.387	4.460	13.382	68.756	5.983	55.594	37.589	438
1966 M.M.	75.315	5.645	80.950	2.316	16.191	78.302	6.329	65.598	48.275	482
1964 M.M.	109.081	10.337	119.418	2.425	17.827	85.138	7.124	70.576	37.623	478
1962 M.M.	119.386	14.134	133.520	2.920	16.708	127.156	10.135	114.940	5.315	577
1960 M.M.	77.240	17.079	94.319	2.282	12.191	84.464	7.060	77.103	32.920	473
1956 M.M.	116.258	35.994	152.252	3.666	12.354	142.121	12.353	133.542	4.684	647
1948 M.M.	27.014	53.384	80.848	—	—	74.702	6.625	—	—	563
1938 M.M.	39.742	102.948	142.690		—	129.797	12.918	—	—	873
1913 M.M.	—	—	217.387		—	197.274	—	—	—	1.911

BELGIQUE — BRAI — AVRIL 1972

BELGIE — PEK t — APRIL 1972

PERIODE	Quantités reçues Ontvangen hoeveelheden: Orig. indig. Inh. oorspr.	Importations Invoer	Total Totaal	Consomm. totale Totaal verbruik	Stock fin du mois Voorr. einde maand	Exportations Uitvoer
1972 Avril - April . .	3.058	—	3.058	2.861	5.830	—
Mars - Maart . .	2.716	—	2.716	3.115	5.633	197
Fév. - Feb. . .	3.681	—	3.681	3.898	6.032	409
1971 Avril - April . .	2.851	—	2.851	3.500	6.678	409
1970 M.M.	4.594	168	4.762	4.751	6.530	193
1969 M.M.	5.187	6	5.193	5.564	8.542	—
1968 M.M.	4.739	86	4.825	5.404	14.882	274
1967 M.M.	4.400	40	4.440	5.983	23.403	482
1966 M.M.	4.079	382	4.461	6.329	46.421	398
1964 M.M.	6.515	7.252	13.767	9.410	82.198	1.080
1962 M.M.	8.832	1.310	10.142	10.135	19.963	—
1956 M.M.	7.019	5.040	12.059	12.125	51.022	1.281
1952 M.M.	4.624	6.784	11.408	9.971	37.357	2.014

BELGIQUE — METAUX NON-FERREUX — AVRIL 1972

BELGIE — NON FERRO-METALEN — APRIL 1972

PERIODE	Produits bruts - Ruwe produkten: Cuivre Koper (t)	Zinc Zink (t)	Plomb Lood (t)	Etain Tin (t)	Alum., Antim., Cadm., etc (t) Alum., Antim., Cadm., enz. (t)	Poussières de zinc (t) Zinkstof (t)	Total Totaal (t)	Argent, or platine, etc. Zilver, goud, plat., enz. (kg)	Demi-finis - Half. pr.: Mét. préc. exc. Edele metalen uitgezonderd (t)	Argent, or, platine, etc. Zilver, goud, plat., enz. (kg)	Ouvriers occupés Te werk gestelde arbeiders
1972 Avril - April . .	25.661	20.136	9.350	468	729	3.716	60.060	68.162	39.241	2.459	14.946
Mars - Maart . .	25.261	20.451	9.623	477	700	3.869	60.381	68.670	45.952	2.809	15.198
Février - Februari.	27.418	20.996	8.729	456	641	3.949	62.189	61.504	42.259	2.633	15.107
1971 Avril - April . .	25.928	16.143	8.078	514	487	3.825	54.975	70.748	37.635	1.849	16.124
1970 M.M.	29.423	19.563	3.707	477	585	8.673	62.428	76.259	36.333	3.320	16.689
1969 M.M.	25.077	21.800	9.366	557	594		57.393	121.561	36.007	2.451	16.462
1968 M.M.	28.409	20.926	9.172	497	482		59.486	85.340	32.589	1.891	15.881
1967 M.M.	26.489	18.944	8.983	514	419		55.349	41.518	29.487	1.981	16.330
1966 M.M.	25.286	20.976	7.722	548	596		55.128	37.580	32.828	2.247	18.038
1964 M.M.	23.844	18.545	6.943	576	640		50.548	35.308	29.129	1.731	17.510
1962 M.M.	18.453	17.180	7.763	805	638		44.839	31.947	22.430	1.579	16.461
1956 M.M.	14.072	19.224	8.521	871	648		43.336	24.496	16.604	1.944	15.919
1952 M.M.	12.035	15.956	6.757	850	557		36.155	23.833	12.729	2.017	16.227

BELGIQUE-BELGIE — SIDEF

PRODU

PERIODE PERIODE	Hauts fourneaux en activité Hoogovens in werking	Produits bruts Ruwe produkten: Fonte Gietijzer	Acier en lingots Staalblokken	Acier moulé av. ébard. Gegoten staal voor afboording	Produits demi-finis Half-produkten: Pour relamin. belges Voor Belg. herwalsers	Autres Andere	Aciers marchands Handelsstaal	Profilés Profielstaal	Rails et accessoires
1972 Avril - April	37	986.405	1.220.020	7.670	66.072	80.850	231.419	93.985	22
Mars - Maart	37	1.030.515	1.271.794	8.247	50.513	80.755	249.635	91.604	2
Février - Februari	37	933.342	1.153.803	7.426	49.462	60.680	237.811	87.217	22
1971 Avril - April	39	934.866	1.106.167	9.213	44.312	72.229	233.004	69.448	2
1970 M.M.	41	895.076	1.050.953	8.875	51.711	77.649	20.684	77.345	3
1969 M.M.	42	924.332	1.069.748	(3)	56.695	69.424	217.770	67.378	4
1968 M.M.	41	864.209	964.389	(3)	45.488	58.616	202.460	52.360	3
1967 M.M.	40	741.832	809.671	(3)	49.253	56.491	180.743	42.667	2
1966 M.M.	40	685.805	743.506	(3)	49.224	63.777	167.800	38.642	4
1964 M.M.	44	670.548	727.548	(3)	52.380	80.267	174.098	35.953	3
1962 M.M.	45	562.378	613.479	4.805	56.034	49.495	172.931	22.572	6
1960 M.M.	53	546.061	595.060	5.413	150.669	78.148	146.439	15.324	5
1956 M.M.	50	480.840	525.898	5.281	60.829	20.695	153.634	23.973	8
				(1)					
1948 M.M.	51	327.416	321.059	2.573	61.951		70.980	39.383	9
1938 M.M.	50	202.177	184.369	3.508	37.839		43.200	26.010	9
1913 M.M.	54	207.058	200.398	25.363	127.083		51.177	30.219	28

N B. — (1) Fers finis - Afgewerkt ijzer. — (2) Tubes soudés - Gelaste pijpen. — (3) Chiffres indisponibles - Onbeschikbare cijfers.

IMPORTATIONS-EXPORTATIONS
IN- EN UITVOER

Importations - Invoer (t)

Pays d'origine Land van herkomst Période Periode Répartition Verdeling	Charbon Steenkolen	Coke Cokes	Agglomérés Agglomeraten	Lignite Bruikolen
C.E.C.A. - E.G.K.S.				
Allem. Occ. - W. Duitsl.	201.863	92.854	501	2.155
France - Frankrijk	12.885	2.805	—	—
Pays-Bas - Nederland	50.556	21.814	12.223	—
Total - Totaal	265.304	117.473	12.724	2.155
PAYS TIERS - DERDE LANDEN :				
Roy. Uni - Veren. Koninkrijk	629	—	—	—
E.U.A. - V.S.A.	133.077	—	—	—
URSS - USSR	7.072	—	—	—
Pologne - Polen	104.689	—	—	—
Tchécoslovaquie - Jsjechoslovakije	22.404	—	—	—
Nord Vietnam - Noord-Viet.				
Total - Totaal	267.871	—	—	—
Ens. Avr. - 1972 Samen Apr.	533.175	117.473	12.724	2.155
1972 Mars - Maart	420.630	92.865	14.670	2.000
Février - Februari	417.572	116.666	13.406	2.376
1971 Avril - April	402.109	94.514	22.609	2.745
1970 M.M.	630.584	127.577	22.637	3.547
Repartition - Verdeling :				
1) Sect. dom. - Huisel. sektor.	141.948	30	12.724	2.155
2) Sect. ind. - Nijverheidssekt.	397.033	117.443	—	—
3) Réexportation - Wederuit.	—	—	—	—
4) Mouv. stocks - Schom. voor.	—5.806	—	—	—

Exportations - Uitvoer (t)

Destination Land van bestemming	Charbons Steenkolen	Cokes Cokes	Agglomérés Agglomeraten
CECA - EGKS			
Allemagne Occ. - W. Duitsl.	26.629	2.569	—
France - Frankrijk	3.295	12.997	2.221
Luxembourg - Luxemburg	729	—	—
Pays-Bas - Nederland	—	787	25
Italie - Italië	300	—	—
Total - Totaal	30.953	16.353	2.246
PAYS TIERS - DERDE LANDEN			
Autriche - Oostenrijk	—	347	—
Finlande - Finland	—	815	—
Portugal - Portugal	—	1.053	—
Suisse - Zwitserland	—	1.134	—
Yougoslavie - Joegoslavië	—	548	—
Divers - Allerlei	—	300	—
Total - Totaal	—	4.197	—
Ens. Fév. - 1972 Samen Feb.	30.953	20.550	2.246
1972 Mars - Maart	26.397	19.741	2.293
Février - Februari	29.848	26.240	3.024
1971 Avril - April	27.738	31.769	4.858
1970 M.M.	44.106	—	—

EN STAALNIJVERHEID

AVRIL-APRIL 1972

JCTIE t

Walsdraad	Tôles fortes Dikke platen ≥ 4,76 mm	Tôles moyennes Middeldikke platen 3 à 4,75 mm 3 tot 4,75 mm	Larges plats Universeel staal	Tôles fines noires Dunne platen niet bekleed	Feuillards bandes à tubes Bandstaal Banden v. buizenstrip	Ronds et carrés pour tubes Rond en vierkant staafmat. voor buizen	Divers Allerlei	Total des produits finis Totaal der afgewerkte produkten	Tôles galv., plomb. et étamées Verzinkte, verlode en vertinde platen	Tubes d'acier Stalen buizen	Ouvriers occupés Tewerkgestelde arbeiders
	Produits finis - Afgewerkte produkten								Produits finals Verder bew. prod.		
3.233	117.969	52.192	2.611	281.951	24.233	5.158	2.697	883.438	62.726	13.298	50.275
5.434	134.891	55.412	2.639	323.856	25.648	4.041	2.857	968.573	72.055	14.864	50.219
1.729	120.623	56.360	2.329	279.647	25.940	4.969	2.655	891.649	61.315	22.039	50.718
9.485	97.437	45.808	2.512	277.147	34.891	7.264	2.374	842.137	68.358	22.183	50.253
3.481	90.348	50.535	2.430	242.951	30.486	5.515	2.034	774.848	60.660	23.082	50.663
2.736	97.658	59.223	2.105	258.171	32.621	5.377	1.919	819.109	60.141	23.394	48.313
0.861	78.996	37.511	2.469	227.851	30.150	3.990	2.138	722.475	51.339	20.199	47.944
0.132	74.192	27.872	1.358	180.627	30.369	2.887	2.059	625.890	51.289	19.802	48.148
7.133	68.572	25.289	2.073	149.511	32.753	4.409	1.636	572.304	46.916	22.462	49.651
2.171	47.996	19.976	2.693	145.047	31.346	1.181	1.997	535.840	49.268	22.010	53.604
3.288	41.258	7.369	3.526	113.984	26.202	290	3.053	451.448	39.537	18.027	53.066
3.567	41.501	7.593	2.536	90.752	29.323	1.834	2.199	396.405	26.494	15.524	44.810
										(2)	
0.874	53.456	10.211	2.748	61.941	27.959	—	5.747	388.858	23.758	4.410	47.104
3.979	28.780	12.140	2.818	18.194	30.017	—	3.589	255.725	10.992	—	38.431
0.603	16.460	9.084	2.064	14.715	13.958	—	1.421	146.852	—	—	33.024
1.852	19.672	—	—	9.883	—	—	3.530	154.822	—	—	35.300

Production Produktie	Unité - Eenheid	Avril - April 1972	Mars - Maart 1972	Avril - April 1971	M.M. 1970
Porphyre - Porfier :					
Moëllons - Breuksteen	t	1.648	2.074	32.358	30.553
Concassés - Puin	t	735.458	794.898	735.039	592.545
Petit granit - Hardsteen :					
Extrait - Ruw	m³	27.765	31.989	17.126	28.161
Scié - Gezaagd	m³	6.180	7.765	1.149	5.931
Façonné - Bewerkt	m³	1.113	1.124	513	979
Sous-prod. - Bijprodukten	m³	21.532	25.086	(c)	23.242
Marbre - Marmer :					
Blocs équarris - Blokken	m³	345	360	184	277
Tranches - Platen (20 mm)	m²	21.707	27.954	33.481	32.338
Moëllons et concassés - Breuksteen en puin	t	1.289	1.346	1.358	1.706
Bimbeloterie - Snuisterijen	kg	(c)	(c)	12.900	19.436
Grès - Zandsteen :					
Moëllons bruts - Breukst.	t	22.369	23.663	29.983	21.293
Concassés - Puin	t	165.863	170.560	165.211	125.583
Pavés et mosaïques - Straatsteen en mozaïek	t	183	126	(c)	232
Divers taillés - Diverse	t	4.216	4.533	5.030	4.190
Sable - Zand :					
pr. métall. - vr. metaaln.	t	104.805	114.570	139.791	128.198
pr. verrerie - vr. glasfabr.	t	124.320	120.269	170.379	153.521
pr. constr. - vr. bouwbedr.	t	836.542	786.814	827.378	558.768
Divers - Allerlei	t	211.519	188.853	143.032	147.986
Ardoise - Leisteen :					
Pr. toitures - Dakleien	t	432	310	297	399
Schiste ard. - Leisteen	t	130	130	94	201
Coticule - Slijpstenen	kg	(c)	(c)	(c)	2.069

Production Produktie	Unité - Eenheid	Avril - April 1972	Mars - Maart 1972	Avril - April 1971	M.M. 1970
Produits de dragage - Prod. v. baggermolens :					
Gravier - Grind	t	554.207	611.242	355.821	355.85
Sable - Zand	t	77.170	89.103	56.190	76.75
Calcaires - Kalksteen	t	2.032.850	2.258.184	2.184.227	1.785.56
Chaux - Kalk	t	228.442	253.636	225.397	209.88
Carbonates naturels - Natuurcarbonaat	t	35.156	42.111	37.983	37.16
Dolomie - Dolomiet :					
crue - ruwe	t	114.478	121.273	134.194	125.28
frittée - witgegloeide	t	30.070	29.961	30.817	31.03
Plâtres - Pleisterkalk	t	8.497	11.104	8.474	7.33
Agglomérés de plâtre - Pleisterkalkagglomeraten	m²	1.240.304	1.291.184	1.142.315	92.90
Silex - Vuursteen :					
broyé - gestampt	t	1.103	1.124	1.273	35
pavé - straatsteen	t				
Quartz et Quartzites - Kwarts en Kwartsiet	t	44.803	51.905	35.411	27.72
Argiles - Klei	t	13.261	17.518	24.385	16.46
Personnel - Personeel :					
Ouvriers occupés - Tewerkgestelde arbeiders		9.069	8.934	8.903	9.33

(c) Chiffres indisponibles - Onbeschikbare cijfers.

COMBUSTIBLES SOLIDES — C.E.C.A. ET GRANDE-BRETAGNE — AVRIL 19
VASTE BRANDSTOFFEN — E.G.K.S. EN GROOT-BRITTANNIE — APRIL 19

PAYS LAND	Houille produite Geproduc. steenkool (1.000 t)	Ouvr. inscrits Ingeschr. arb. (1.000)		Rendement (ouvr./poste) (arb./ploeg) (kg)		Jours ouvrés Gewerkte dagen	Absentéisme Afwezigheid %		Coke de four produit Geproduceerde ovencokes (1.000 t)	Agglomérés produits Geproduceerde agglomeraten (1.000 t)	Stocks Voorraden (1.000 t)	
		Fond Ondergrond	Fond et surface Onder- en bovengrond	Fond Ondergrond	Fond et surface Onder- en bovengrond		Fond Ondergrond	Fond et surface Onder- en bovengrond			Houille Kolen	Coke Cokes
Allemagne Occ. - West-Duitsl.												
1972 Avr. - Apr.	8.393	129	197	4.047	3.331	19,14	25,92	23,70	2.137	413	5.864	7.038
1970 M.M.	9.733	138	208	3.941	3.013	20,90	26,37	24,61	3.328	296	947	289
1971 Avr. - Apr.	9.135	136	210	3.896	3.202	20,17	26,90	24,49	2.613	199	2.379	1.740
Belgique - België												
1972 Avr. - Apr.	891	26	35	2.307	1.636	24,00	16,76(1)	14,82(1)	585	37	603	210
1970 M.M.	947	26	37	2.284	1.599	18,80	16,87(1)	14,63(1)	583	62	151	215
1971 Avr. - Apr.	691	27	37	2.130	1.408	14,94	16,64(1)	15.40(1)	570	42	99	660
France - Frankr.												
1972 Avr. - Apr.	2.676	55	85	2.769	1.742	20,16	14,19	9,77(2)	956	226	5.256	597
1970 M.M.	3.113	66	98	2.643	1.694	21,26	12,13	8,53(2)	1.179	339	6.089	181
1971 Avr. - Apr.	3.031	61	92	2.613	1.689	21,32	11,91	8,30(2)	1.109	335	5.395	339
Italie - Italië												
1972 Avr. - Apr.	21	0,7							550			
1970 M.M.	25	0,8							586			
1971 Avr. - Apr.	25	0,8							600			
Pays-B. - Nederl.												
1972 Avr. - Apr.	279	5,3		3.624					161		780	
1970 M.M.	379	7,2		3.260					166		227	
1971 Avr. - Apr.	317	6,2		3.317					158		392	
Communauté - Gemeenschap												
1972 Avr. - Apr.	12.750	213,4		3.683					5.044		13.845	
1970 M.M.	14.196	237,2		3.436					5.844		9.967	
1971 Avr. - Apr.	13.666	228,9		3.505					5.668		10.385	
Grande Bretagne - Groot-Brittannië				à front in front							en 1.000 t in 1.000 t	
1972 Sem. du 23 au 29-4 Week van 23 tot 29-4	2.994	214	273	7.400	2.331			14,90			7.534	
1970 Moy. hebd. Wekel. gem.	2.743	227	290	7.186	2.226			19,14			7.318	
1971 Sem. du 18 au 24-4 Week van 18 tot 24-4	3.192	223	286	7.479	2.334			15.73			6.536	

N. B. — (1) Uniquement absences individuelles - Alléén individuele afwezigheid. — (2) Surface seulement - Bovengrond alléén. — (3) Ch[illegible] indisponibles - Onbeschikbare cijfers.

Journées de l'industrie minérale

Bruxelles, 13, 14 et 15 décembre 1971

Mardi 14 décembre

PROSPECTION ET GEOLOGIE

A propos des limites actuelles de la prospection indirecte en mines métalliques

A. BERNARD *

RESUME

Après avoir rappelé le principe de la prospection indirecte qui consiste à mettre en évidence des sites géologiques susceptibles de contenir des concentrations minérales, l'auteur souligne l'intérêt de cette démarche lorsque les minéralisations recherchées ont des teneurs trop faibles pour créer des anomalies directement perceptibles ou lorsque les minéralisations recherchées sont trop enfouies encore que demeurant exploitables. Les gisements riches affleurants ou sub-affleurants se faisant de plus en plus rares, force nous sera à l'avenir d'utiliser toujours davantage ce mode de prospection.

Pour apprécier l'efficacité de la démarche, l'auteur s'appuie sur l'appréciation de la corrélation statistique que l'on peut établir entre une minéralisation d'un type donné et son environnement, ou réciproquement entre un environnement donné et les gisements qu'il peut contenir. La technique utilisée est celle de l'analyse de grappe (taxinomie numérique) qui s'accommode d'une appréciation qualitative des caractères de la minéralisation et des caractères de l'environnement (présence ou absence). Les résultats de V. Sattran dans le cas des gisements de beryllium sont brièvement rappelés pour aboutir à la conclusion suivant laquelle, sauf cas exceptionnel dans l'état actuel des connaissances, les corrélations entre minéralisations et environnement sont insuffisantes pour qu'il soit raisonnable de pousser trop loin la démarche indirecte.

Il convient dès lors de s'interroger sur les raisons de cette conclusion pessimiste pour tenter

SAMENVATTING

Nadat de auteur het beginsel van de onrechtstreekse prospektie nl. het aangeven van de geologische zones die ertskoncentraties zouden kunnen bevatten, in herinnering heeft gebracht, onderstreept hij het belang van dit onderzoek wanneer de opgezochte ertsvormingen te lage gehalten hebben om rechtstreeks waarneembare afwijkingen te vormen of wanneer de opgezochte ertsvormingen te diep liggen, hoewel ze ontginbaar blijven. Omdat de dagzomende of sub-dagzomende rijke afzettingen steeds zeldzamer worden, zullen wij in de toekomst steeds meer verplicht zijn van deze prospektiemetode gebruik te maken.

Om de doeltreffendheid van het onderzoek naar waarde te schatten, steunt de auteur op de betekenis van de statistische samenhang die kan opgemaakt worden, tussen de ertsvorming van een gegeven type en zijn omgeving, of omgekeerd, tussen een gegeven omgeving en haar afzettingen die ze kan bevatten. Als techniek wordt de trosontleding (numerieke taxonomie) gebruikt die past voor een kwalitatieve waardering van de kenmerken van de ertsvorming en van de kenmerken van de omgeving (al of niet voorkomend). In het kort wordt aan de uitslagen voor berylliumafzettingen van V. Sattran herinnerd om te komen tot het besluit volgens hetwelk, behalve een uitzonderlijk geval bij de huidige staat van kennis, de samenhang tussen ertsvorming en omgeving voldoende is om het onrechtstreeks onderzoek redelijkerwijze te ver door te drijven.

Men dient bijgevolg het voor en het tegen van het waarom van dit pessimistisch besluit af te wegen om te trachten eraan te verhelpen. Op het

* Professeur à l'Institut National Polytechnique de Nancy, U.E.R. Ecole Nationale Supérieure de Géologie Appliquée et de Prospection Minière, B.P. 452, 54001 Nancy CEDEX.

d'y porter remède. De prime abord, la valeur du coefficient de similarité pour un même nombre de caractères de l'environnement d'un gisement donné dépend d'une part de la corrélation réelle entre environnement et minéralisation, d'autre part de la connaissance qu'on en a, c'est-à-dire, de la nature des caractères d'environnement pris en considération et, par là, de la qualité de l'information géologique, statistique, que l'on possède bien le type de gisement.

Ces deux raisons sont envisagées successivement.

a) Informations géologiques sur l'environnement. Après avoir constaté que l'information géologique et minière sur les minéralisations elles-mêmes est généralement d'une qualité suffisante, l'auteur constate la pauvreté fréquente des monographies sur l'environnement.

Deux exemples, celui des quartz-kératophyres et celui des « filons » de Pierrefitte-Nestalas, permettent de préciser certaines carences de l'information géologique sur l'environnement.

Il semble, en première conclusion, qu'un effort considérable soit à entreprendre dans le sens d'une homogénéisation du vocabulaire géologique et surtout d'une objectivation des observations. C'est à ce prix que l'on peut espérer améliorer la définition des types et par conséquent augmenter la valeur du taux de corrélation « environnement-gisement » suffisamment pour utiliser efficacement et économiquement la démarche indirecte.

b) Corrélation réelle entre environnement et minéralisation.

En choisissant le thème des amas sulfurés massifs, l'auteur restreint son analyse aux seuls gisements de flexures volcanisées pré-orogéniques. L'examen d'un certain nombre de modèles (Kuroko, Sambagawa, Rio Tinto, Fornas) per-permet de se rendre compte combien l'action de la tectonique et du métamorphisme oblitère les caractères d'environnements initiaux du type diminuant à chaque fois la corrélation « environnement-gisement » et partant l'efficacité de la démarche indirecte. La prospection des Kurokos est, en pratique, quasi-totalement indirecte, celle de minéralisations sulfurées type Fornas ne peut être que quasi-totalement directe.

Au total si l'on peut espérer beaucoup, en mine métallique, de la prospection indirecte, celle-ci a malheureusement ses limites et la mise au point de techniques de détection directe de plus en plus pénétrantes et sensibles sera toujours favorablement accueillie des prospecteurs.

eerste gezicht is de waarde van de gelijksoortigheidskoëfficiënt voor een gelijk aantal kenmerken van de omgeving van een gegeven afzetting enerzijds afhankelijk van de werkelijke samenhang tussen omgeving en ertsvorming, anderzijds van de erover verworven kennis d.w.z. over de aard van de in aanmerking genomen omgevingskenmerken en vandaar over de kwaliteit van de geologische en statistische informatie die men over het afzettingstype bezit.

Deze twee redenen worden achtereenvolgens overwogen.

a) Geologische inlichtingen over de omgeving. Nadat de auteur tot de bevinding gekomen is dat de geologische en mijnkundige informatie over de ertsvormingen zelf over het algemeen van een bevredigende kwaliteit is, stelt hij de frekwente armoede van de monografieën vast.

Met twee voorbeelden nl. kwarts-keratofieren en « ertsaders » van Pierrefitte-Nestalas kan een zeker gebrek aan geologische informatie over de omgeving duidelijk worden aangetoond.

Als eerste besluit volgt hier blijkbaar uit dat een noemenswaardige inspanning dient gedaan in de richting van een homogenisering van de geologische woordenschat en vooral van een objektivering van de waarnemingen. Slechts tegen die prijs kan men hopen op een verbetering van de omschrijving van de types en bijgevolg op een bevredigende waardeverhoging van het niveau van de samenhang « omgeving-afzetting » opdat het indirekt onderzoek doeltreffend en ekonomisch zou gebruikt worden.

b) Werkelijke samenhang tussen omgeving en mineralisering.

Door de keuze van het tema van de massieve sulfidekoncentraties beperkt de auteur zijn analyse tot de pre-orogenetische, vulkanische knikplooi-afzettingen alleen. Het onderzoek van een bepaald aantal modellen (Kuroko, Sambagawa, Rio Tinto, Fornas) maakt het mogelijk zich ervan rekenschap te geven hoezeer de werking van de tektoniek en van het metamorfisme de oorspronkelijke omgevingskenmerken van het type doen verdwijnen waardoor de samenhang « omgeving-afzetting » telkens vermindert en de doeltreffendheid van het indirekt onderzoek verdwijnt. De Kurokos wordt praktisch helemaal onrechtstreeks geprospekteerd, terwijl dit bij de sulfidemineraliseringen van het type Fornas praktisch alleen rechtstreeks kan gebeuren.

Indien men, alles samen genomen, veel mag verwachten van de onrechtstreekse prospektie in een metaalmijn, dan heeft deze ongelukkiglijk zijn grenzen en de uitwerking van steeds dieper doordringende en gevoelige technieken voor rechtstreekse opsporing zal door de prospektors steeds gunstig onthaald worden.

INHALTSANGABE

Der Verfasser erläutert zunächst kurz das Prinzip des indirekten Verfahrens der Prospektierung von Metallerzvorkommen, dessen Anwendungsbereich vor allem dort gegeben ist, wo die direkte Wahrnehmung von Anomalien infolge des geringen Erzgehaltes nicht möglich ist oder wo an sich abbauwürdige Erze in großer Teufe liegen. Da die zu Tage ausstreichenden oder dicht unter der Erdoberfläche liegenden Erzvorkommen immer seltener werden, wird das indirekte Prospektieverfahren in Zukunft zwangsläufig an Bedeutung gewinnen.

Um einen Begriff von der Wirksamkeit dieses Verfahrens zu vermitteln, geht der Verfasser von der statistischen Korrelation aus, die man zwischen einem bestimmten Mineralvorkommen und seiner Umgebung oder umgekehrt zwischen einer Umgebung und den möglicherweise in ihr liegenden Vorkommen feststellen kann.

Die Prospektiertechnik beruht auf der sogenannten « Traubenanalyse », die auf eine qualitative Beurteilung von Besonderheiten des Mineralvorkommens und seiner Umgebung (ihr Vorhandensein oder Nichtvorhandensein) abgestellt ist. Der Verfasser geht kurz auf die Ergebnisse der Untersuchungen von V. Sattran in Beryllium-Lagerstätten ein und folgert daraus, daß beim gegenwärtigen Stand unserer Kenntnisse, von Ausnahmefällen abgesehen, die Korrelation zwischen Mineralbildung und Umgebung unzulänglich ist und es daher nicht sinnvoll wäre, das indirekte Prospektierverfahren zu weit zu treiben.

Will man über diese pessimistischen Schlußfolgerungen hinwegkommen, so ist zunächst die Frage nach ihren Gründen aufzuwerfen. Dazu ist festzustellen, daß bei einer gleichen Anzahl von Wesensmerkmalen der Umgebung einer Lagerstätte der Wert des Ähnlichkeitskoeffizienten von zwei Faktoren abhängt :

- *von der tatsächlichen Korrelation zwischen Umgebung und Mineralvorkommen,*
- *von der Kenntnis dieser Merkmale, und das bedeutet von den verfügbaren geologischen und statistischen Informationen.*

Diese beiden Gründe werden vom Verfasser näher betrachtet.

a) Geologische Informationen über die Umgebung :

Der Verfasser stellt fest, daß die geologischen und bergmännischen Informationen über Erzführung im allgemeinen zulänglich sind und daß Monographien über die betreffende Umgebung häufig den Ansprüchen nicht genügen. Als Beispiele für diese Lückenhaftigkeit der geologischen Aufschlüsse führt er die Quarzkeratophyre und die Gänge von Pierrefitte-Nestalas an.

SUMMARY

After recalling the principle of indirect prospection which consists of revealing geological sites likely to contain mineral concentrations, the author emphasizes the advantage of this procedure when the mineralizations sought are not dense enough to create directly perceptible anomalies or when the mineralizations sought are too deeply hidden but nevertheless workable. As deposits at the surface or near the surface are becoming more and more rare, we shall be obliged in the future to use this method of prospection more and more.

In order to appreciate the efficiency of this procedure, the author relies on the appreciation of the statistic correlation that can be established between the mineralization of a given type and its environment, or vice versa between a given environment and the deposits which it may contain. The technique used is that of group measurements (numerical taxonomy) which goes with a qualitative appreciation of the characters of mineralization and the characters of environment (presence or absence). The results obtained by V. Sattran in the case of beryllium deposits are described briefly to arrive at the conclusion according to which, except for an unusual case among those known today, the correlations between mineralizations and environment are insufficient for the indirect procedure to be reasonably developed to any great extent.

Therefore, it is necessary to examine the reasons for this pessimistic conclusion and to try and remedy it. In the first place, the value of the coefficient of similarity for the same number of characteristics of the environment of a given deposit depends partly on the real correlation between the environment and the mineralization, and partly on the knowledge one possesses i.e. the nature of the environment characteristics taken into consideration and hence, of the quality of the geological and statistical information, for well defining the type of deposit.

These two reasonings proposed are successively :

a) Geological information concerning the environment.

After noting that the geological and mining information concerning the mineralizations themselves is generally of satisfactory quality, the author notes the frequent poor quality of the monographs on the environment.

Two examples, that of quartz-keratophyres and that of Pierrefitte-Nestales « veins », make it possible to specify certain deficiencies of geological information concerning environment.

Hieraus ergibt sich die Forderung nach ernsthaf ten Bemühungen um eine Vereinheitlichung der geologischen Terminologie und um eine Objektivierung der Beobachtungen. Nur so kann es gelingen, die Definition der einzelnen Typen zu vervollkommnen und den Wert des Korrelationsgrades zwischen Umgebung und Lagerstätte so weit zu erhöhen, daß er sich wirtschaftlich für indirekte Prospektion ausnutzen lässt.

b) Tatsächliche Korrelation zwischen Umgebung und Erzkörpern :

Als Beispiel hierfür behandelt der Verfasser stockförmige Sulfiderzlagerstätten und beschränkt sich auf eine Betrachtung von magmatischen Vorkommen in präorogenen Flexuren. An einer Reihe typische Fälle (Kuroko, Sambagawa, Rio Tinto, Fornas) macht er deutlich, wie stark Tektonik und Metamorphose die ursprünglichen Merkmale der Umgebung verwischen, was gleichzeitig eine Minderung der Korrelation zwischen Umgebung und Lagerstätte und somit auch der Wirksamkeit der indirekten Prospektierung bedeutet. Die Prospektierung des Kuroko-Vorkommens erfolgt praktisch so gut wie völlig indirekt, während für die Prospektierung der Sulfiderzvorkommen des Fornatyps fast ausschließlich die direkte Methode in Frage kommt.

Insgesamt läßt sich im Metallerzbergbau von der indirekten Prospektion viel erwarten, doch hat das Verfahren seine Grenzen, so daß die Prospektoren die Vervollkommnung direkter, tiefer dringender und empfindlicherer Verfahren stets dankbar begrüßen werden.

The first conclusion seems to be that a considerable effort must be made for homogenizing geological vocabulary and particularly for rendering observations objective. Only in this way, may we hope to improve the definition of the types and consequently increase the value of the « environment - deposit » correlation rate sufficiently to be able to make efficient, economic use of the indirect procedure.

b) Real correlation between environment and mineralization.

By choosing the theme of massive sulfide deposits, the author limits his analysis to pre-orogenic volcanized flexures. The examination of a certain number of models (Kuroko, Sambagawa, Rio Tinto, Fornas) makes it possible to see how greatly the action of tectonics and metamorphism obliterates the characteristics of initial environments of the type that decreases each time the « environment - deposit » correlation and hence the efficiency of the indirect procedure.

The prospection of Kurokos is practically almost totally indirect, that of massive sulfide ore bodies of the Fornas type is necessarily almost totally direct.

On the whole, although much may be expected of indirect prospection in Economic Geology, this method is unfortunately limited and the development of direct detection techniques which are becoming more and more penetrating and more and more sensitive, will always be favourably welcomed by prospector.

La prospection indirecte peut être définie comme la démarche qui consiste à mettre en évidence des sites géologiques susceptibles de recéler des masses minéralisées indétectables par leur seules propriétés intrinsèques. Cette démarche s'avère de plus en plus nécessaire au moment où les teneurs limite d'exploitabilité diminuant de plus en plus, les masses minéralisées ne se différencient plus que très faiblement de leur environnement stérile, au moins par leurs propriétés physiques; par ailleurs, les gisements affleurants ou sub-affleurants se faisant de plus en plus rares, il importe de circonscrire aussi étroitement que possible les structures susceptibles d'être minéralisées afin de focaliser l'emploi, onéreux, des techniques géophysiques pénétrantes ou des sondages miniers assortis de diagraphies ou de télélogging qui permettent soit de détecter, à faible distance, l'anomalie dûe au gisement, soit d'y pénétrer par carottage. En d'autres termes, la démarche indirecte permet de hiérarchiser les investissements de recherche en fonction de la quantité et de la qualité des informations apportées par chacun des moyens à mettre en œuvre.

En tout premier lieu, on doit s'interroger sur le bien-fondé de la démarche indirecte. Elle repose sur la significativité de la corrélation que l'on peut faire, statistiquement, entre une structure et une minéralisation. Jusqu'à ces dernières années, ce problème n'avait pas reçu de solution autre que qualitative, les analogies et les différences entre différentes paires « minéralisations-environnement » étant subjectivement appréciées par un même observateur. Il y a, effectivement, dans cette manière de faire, un effort logique en vue de l'établissement d'une classification des

ensembles « minéralisations-environnement » que n'avaient pu réaliser auparavant les classifications génétiques, soit métallogéniques — fondées essentiellement sur les minéralisations, soit géologiques — fondées essentiellement sur les environnements. Le lecteur aura reconnu là les propositions sur lesquelles repose la notion de type de gisement définie dès 1955 par F. Blondel sur « les données empiriques observables et les analogies intuitives que le prospecteur et le mineur reconnaissent ». Depuis, encore que peu d'auteurs s'en soient effectivement préoccupé, cette notion de type factuel de gisement a passablement évolué. P. Routhier (1963) proposa notamment une fiche-type devant permettre de synthétiser les caractères essentiels d'une minéralisation et de son environnement, mais il n'est pas certain que la classification des types par « métal » qu'il utilisa dans son traité, par extension des premiers travaux de Blondel, soit totalement justifiée : un « porphyry-copper » est très souvent un « porphyry-molybdenum », de même un « Red Bed » uranifère est souvent vanadifère et/ou cuprifère.

La notion de métallotecte (Laffitte *et al.*, 1965) ne clarifie pas considérablement la situation : encore que se « voulant purement objectif et factuel », le métallotecte « objet géologique qui semble contribuer à l'édification d'une concentration minérale » (Routhier, 1969) acquit rapidement par l'illustration qui en fut donnée — faille profonde, complexe de volcanisme effusif, niveau stratigraphique... — une acception génétique regrettable parce que génératrice de confusion. Toutefois, cette notion est intéressante dans la mesure où elle souligne le souci de corréler un fait appartenant à l'environnement avec la présence d'une concentration minérale : c'est une démarche indirecte.

Les progrès de l'informatique géologique permettent aujourd'hui d'apprécier rigoureusement la significativité des caractères d'environnement pour une concentration minérale donnée : il s'agit de l'analyse de grappes (taxinomie numérique) utilisée par V. Sattran à propos des gisements de Beryllium. Cette méthode s'accommode d'une appréciation qualitative des caractères de la minéralisation et de son environnement (présent ou absent, susceptible d'être améliorée à trois états : présent, absent, douteux) et conduit par le calcul de coefficient de similarité à choisir les caractères (nombre et nature) qui permettent la définition optimum des types (ensembles minéralisations plus environnement) et, plus avant, d'apprécier la significativité des seuls paramètres d'environnement quant à la définition du type. Dans le cas du Beryllium, on constate tout d'abord que la prise en considération d'une quarantaine de caractères (internes et externes) suffit pour mettre en évidence les principaux types de gisement : greisens, skarns, gisements stratiformes et pegmatites (fig. 1).

L'adjonction de caractères supplémentaires ne change pas sensiblement le niveau de groupement des types de gisements. Dans le cas du coefficient simple de Sokal et Michener, cela correspond à l'intervalle de 60-70 % de similarité.

On constate également (fig. 2) que la seule prise en considération des caractères d'environnement (50 gisements, 62 caractères) conduit à un groupement remarquablement compatible avec la classification réalisée, soit avec l'ensemble des caractères, soit avec les seuls caractères paragénétiques.

On doit en conclure, ce qui de prime abord surprend les géostatisticiens, qu'il existe une forte corrélation entre environnement et minéralisations. V. Sattran écrit textuellement :

« On obtient des groupes compatibles avec la classification faite avec des données purement minéralogiques, d'où l'on pourrait conclure que les deux types de caractéristiques sont interliés et que l'environnement géologique influence la formation des paragenèses. »

N'y a-t-il pas là une excellente justification de la démarche indirecte ?

Il reste toutefois à préciser « pour un même type de gisement » la valeur de la corrélation environnement-minéralisation. L'analyse de grappe, utilisée en mode qualitatif, ne permet pas de chiffrer cette corrélation : tout au plus peut-on espérer chiffrer comparativement les coefficients de correspondance pour les caractères de minéralisation et d'environnement reconnus significatifs au niveau de la classification des types et ce pour un même type de gisement : soit, pour fixer les idées, 30 et 60 respectivement. Il est facile alors de ne considérer que des minéralisations très similaires conduisant à un regroupement séparé, global, à très fort coefficient de correspondance : 0,85 à 0,90, et de calculer, parallèlement, le coefficient de correspondance global d'environnement qui pourra, en fonction des types osciller entre 0,9 et 0,1 ou 0,2. La comparaison de ces deux valeurs donnera une estimation de la corrélation entre environnement et minéralisation qui sera d'autant meilleure que le coefficient d'environnement sera élevé et plus proche du coefficient de minéralisation.

Rq. — Il importe de retenir tous les paramètres d'environnement ayant servi à la classification des types, de manière à préserver une bonne caractérisation géologique de l'environnement et de ne pas augmenter artificiellement le coefficient de correspondance d'environnement en ne retenant qu'un nombre restreint de



0,4
0,5
0,6
0,7
0,8
0,9
1,0
I (+ II)
II
I
H
IJ
HI
FD
ABC
1JD

Dendrogrammes de 50 gisements de beryllium, suivant V. Sattran (1968). Méthode « pair group » pondérée : coefficient de Sokal et Michener.
Les groupements reposent sur : a) 18 caractères de minéralisation ; b) 44 caractères (minéralisation et environnement ; c) 62 caractères ; d) 90 caractères.
Les chiffres indiquent le n° répertoire du gisement, les lettres correspondent à des indications de genèse conformément au tableau suivant :

A — Pegmatites granitiques normales
B — Pegmatites métasomatiques à muscovite-albite
C — Pegmatites métasomatiques à spodumine-albite, etc.
D — Greisens
E — Apogranites
F — Filons pneumatolytiques et hydrothermaux
G — Filons hydrothermaux non différenciés
H — Skarns
I — Imprégnations métasomatiques dans les calcaires
J — Gîtes stratiformes dans les tufs rhyolitiques (Spor Mountains)
K — Imprégnations dans les brèches calcaires.

Avec, au niveau du regroupement global :

I — Gîtes pegmatitiques
II — Gîtes hydrothermaux.

On constate qu'à partir de 40 caractères, le groupement des types de gisements reste presque invariant dans l'intervalle de 60-70 % de similarité.

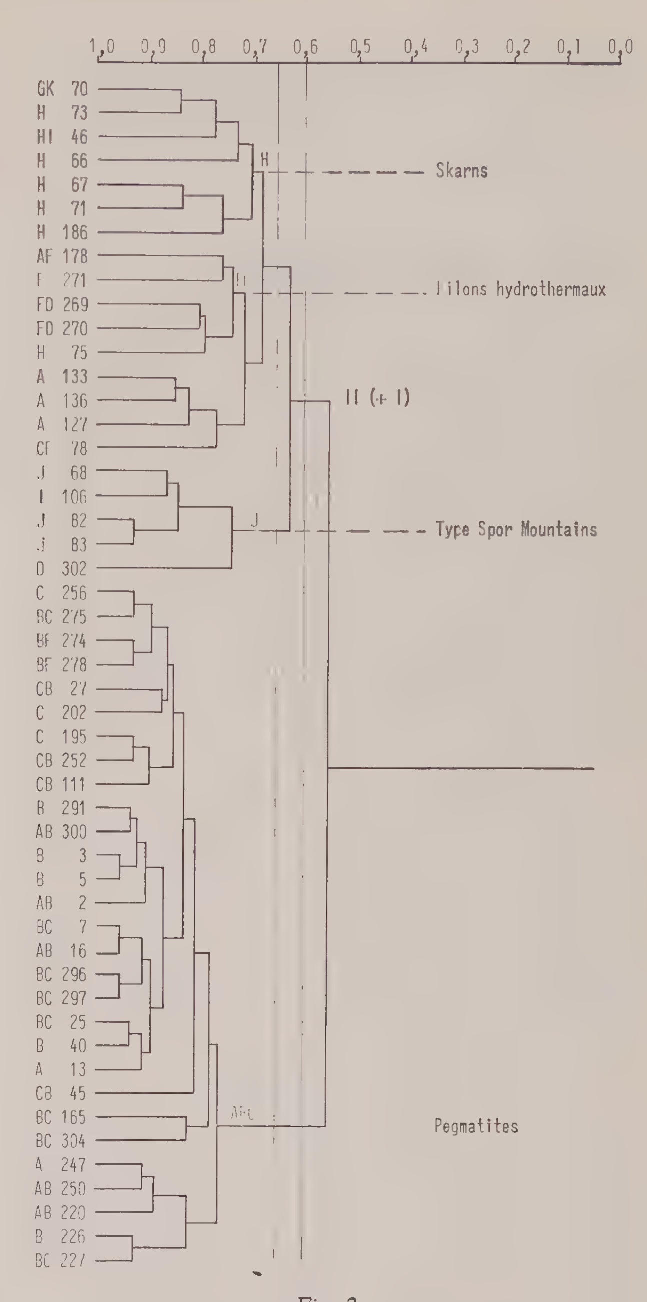


Fig. 2.

Dendrogramme de 50 gisements de Beryllium sur la base de 62 caractères d'environnement, suivant V. Sattran (1968). Même légende que fig.1.
La classification obtenue dans l'intervalle de 60-70 % de similarité est tout à fait compatible avec celle obtenue à partir des caractères de minéralisation et d'environnement (c, d, fig. 1).

paramètres plus ou moins compréhensifs (roches métamorphiques, par exemple).

Revenant au niveau de la classification des types, il est désormais clair, pour un nombre de caractères donné et suffisant (40 pour les gisements de Beryllium), que la valeur du coefficient de correspondance (ou de similarité) pour un type donné dépend d'une part de la corrélation

réelle entre environnement et minéralisation, d'autre part et surtout de la significativité des caractères d'environnement pris en considération et par là de l'information géologique, statistique, que l'on possède sur le type de gisement.

A. INFORMATION GEOLOGIQUE SUR L'ENVIRONNEMENT.

Dans la très grande majorité des cas, les informations géologiques dont on dispose, actuellement, ne sont pas suffisantes pour procéder à la définition des types de gisements par analyse de grappe. Il convient en effet de disposer d'une information homogène portant autant, sinon davantage, sur l'environnement que sur la concentration minérale elle-même. Or, à l'évidence, la très grande partie des monographies minières traitent des minéralisations en ne consacrant à l'environnement que les quelques lignes introductives situant géographiquement et géologiquement le gisement.

De même, si le vocabulaire utilisé pour décrire les minéralisations est souvent homogène et précis — teneurs métal, géostatistiquement exprimées, espèces minéralogiques précisément déterminées, textures granulométriquement bien repérées en vue des problèmes de valorisation des minerais, ... bref tout caractère ayant une incidence économique directe — il en va tout différemment pour l'environnement géologique : deux exemples simples illustrent ce propos.

a) Les quartz-kératophyres.

En 1925, lors des excursions du Congrès International de Madrid, P. Fourmarier remarquait, sur le terrain, que ce qu'on lui présentait comme des filons ou des necks intrusifs de porphyres acides était, en fait, des tufs acides stratifiés de manière concordante avec les limites des amas pyriteux massifs de la province de Huelva (Espagne). Il fut sans doute le seul à concevoir les implications métallogéniques d'une telle constatation car, d'hydrothermaux en relation génétique avec les batholites granitiques lointains de la zone axiale de la Sierra Morena, les amas pyriteux se transformaient en minéralisations, certes hydrothermales, mais anté-tectoniques et liées à un volcanisme pré-orogénique dont on ignorait tout à l'époque.

Beaucoup plus tard, en 1940, H. Schneiderhöhn redonnait vigueur à la théorie « exhalative-sédimentaire » à propos des gisements de Lahn et Dill où il reconnaissait, à la suite des travaux de E. Lehman (1934), des laves d'émission sous-marine comme directement responsables des apports métallifères contemporains de la sédimentation des produits volcaniques : nommément, la présence de spilites et de quartz-kératophyres justifiait cette interprétation.

Or, il s'avère, et nous le verrons plus loin, qu cette reconnaissance des laves quartz-kératophyriques et de leurs tufs associés (Strauss, 1965; Soler, 1969; Schermerhorn, 1969) est l'argumen stratégique caractérisant les provinces à amas sulfurés massifs (Huelva, Kurokos japonais, Bouclie canadien - Horne, Kidd River, Flin Flon... - ...) Il importe donc de les reconnaître comme tel c'est-à-dire comme des laves albitophyriques ac des et non de les considérer comme des rhyolite rhyodacites ou dacites plus ou moins transformée par altération deutérique et/ou hydrothermal voire par métamorphisme ultérieur. Il va san dire que ces laves d'émissions sous-marines (pou la plupart sont susceptibles d'être altérées par ci culation hydrothermale et métamorphisme, mai et je ne veux pas entrer là dans la discussio pétrographique d'envergure concernant leu genèse (cf. Amstutz, 1965, et le Spilite Volum à paraître), il est de plus en plus admis que volcanisme acide sous-marin émet des lav quartz-kératophyriques primaires.

Or, tant au Japon qu'en Espagne, aux Etat Unis, fréquemment au Canada et en Australie, nature quartz-kératophyrique des roches acid associées aux minéralisations n'est pas reconnu et ce pour des raisons purement terminologique En revanche, les auteurs soviétiques utilise assez systématiquement ce vocabulaire et depuis une dizaine d'années : à ce titre, la de cription des amas pyriteux massifs de l'Oural e particulièrement édifiante (*in* V.I. Smirno 1968).

En tout état de cause, se priver de l'argume quartz-kératophyrique pour particulariser l'env ronnement géologique de certains amas su furés massifs revient à diminuer considérableme la corrélation réelle entre environnement et min ralisations puisqu'aussi bien, une terminologie e cluant l'autre, la corrélation totale qui est tr forte se trouve, en quelque sorte, disséminée ent les différents types rocheux en autant de corré tions partielles, évidemment très faibles. L'hon généisation du vocabulaire géologique, qui repo quand même, en l'occurrence, sur l'emploi ju cieux de connaissances fondamentales, entraîner évidemment un gain informatique considérable.

b) Les filons de Pierrefitte-Nestalas.

Depuis les travaux de L. de Launay (1904), gisement plombozincifère de Pierrefitte-Nesta fut unanimement considéré par ses exploita miniers comme filonien, hydrothermal et d'â tertiaire. Cette attitude s'appuie sur plusie

rguments forces qui furent peu discutés par les nétallogénistes, sauf peut-être en ce qui concerne âge des minéralisations :

- Paragenèse mésothermale à blende, pyrite, galène et magnétite abondance, en gangue quartzeuse.
- Morphologie plane, à épontes nettes, des corps minéralisés « qui ne sont pas, à proprement parler, des filons-couches interstratifiés, bien qu'ils en affectent souvent l'allure, mais de véritables filons de fracture avec pénétration latérale dans les schistes voisins » (de Launay, 1913).
- Liaison spatiale avec des roches ignées porphyriques qui forment le mur de la veine sud.

Pour A. Bresson (1903), cette liaison est également génétique : ces minéralisations seraient tardi-hercyniennes et légèrement postérieures à la mise en place du granite de Cauterets qui affleure à quelques kilomètres au SW de Pierrefitte. Pour de Launay, l'ensemble de la province métallifère pyrénéenne est tertiaire et Pierrefitte n'échappe pas à la règle générale.

Depuis cette époque, tous les géologues miniers t métallogénistes qui visitèrent les travaux de ierrefitte s'accordèrent dans leurs rapports inéits et parfois publiés pour reconnaître ce caracère filonien des minéralisations et leur âge, au noins hercynien tardif.

Etablissant en 1959 la première cartographie étaillée (1/10.000°) de la zone métallisée de arbezan (fig. 3), nous aboutîmes avec F. Fogliéni (1964) à des conceptions fort différentes : les inéralisations se distribuent dans une amphibote para-dérivée (pour l'essentiel) dont le contrôle stratigraphique au mur des schistes carburés du Silurien est indéniable. Toutefois, cet horizon métallifère a été engagé dans une tectonique de plissement extrêmement intense et se retrouve aujourd'hui en synclinaux étroitement pincés entre des anticlinaux de quartzite ordoviciens.

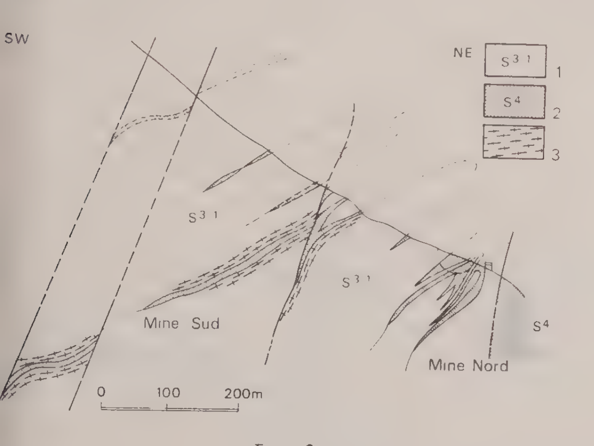


Fig. 3.

oupe NE-SW de la structure anticlinale de Barbazan ierrefitte-Nestalas, Hautes-Pyrénées, France) d'après Bernard et Fogliérini (1964), simplifiée.

Quartzites ordoviciens ; 2. Schistes carburés siluriens et horizon métallifère de base (amphibolite) ; 3. Laves porphyriques.

Incidemment, les roches porphyriques qui jalonnent le mur géologique des amas minéralisés se révèlèrent être des quartz-kératophyres (Dagallier, 1972).

En conclusion, la reconnaissance de la nature stratiforme de ces minéralisations permet d'affirmer leur mise en place anté-schistosité et de les rapporter à un volcanisme pré-orogénique d'âge ordovicien supérieur. Inutile d'ajouter que cette constatation comporta certaines conséquences en prospection minière, dans les Hautes-Pyrénées.

L'erreur d'observation relève là d'une mode, ou plutôt d'un mode de pensée : personne en 1905 ni en 1930 ne se serait préoccupé de couches métallisées situées à proximité d'un granite ! Cette incidence est grave car la Bible n'a-t-elle pas raison qui dit : « Ils ont des yeux pour ne pas voir ! » et l'acuité de nos observations dépend-elle tant de notre état d'esprit devant l'affleurement ? A Pierrefitte-Nestalas, les meilleurs observateurs, rares il est vrai et de Launay est de ceux-là, parlèrent de « filons-couches », ce qui était une manière d'accomoder leur conscience et leurs observations au goût et au langage du jour, mais semble décidément insuffisant pour les besoins d'une étude typologique cohérente.

Il ne s'agit là que d'exemples portant sur la description statique du gisement et de son environnement. Or, il est actuellement possible, dans bien des cas, de dresser l'histoire géologique de l'environnement d'une part, de la minéralisation d'autre part, et cela en utilisant les informations de la chronologie absolue ou stratigraphique ainsi que les relations qualitatives d'antériorité ou de postériorité que donnent la tectonique, et la pétrographie des roches cristallines (métamorphisme de contact, par exemple) ou sédimentaire (remaniements conglomératiques, par exemple). Rares sont les monographies qui tentent objectivement cette insertion chronologique du gisement dans l'histoire de l'environnement. Exceptionnelles sont les études monographiques suffisamment poussées qui permettent de suivre dans le temps la géochimie de l'environnement pour y inscrire la métallogénie de la concentration : certes, de tels travaux ne sont pas toujours réalisables. Encore faut-il les tenter et situer les difficultés insurmontables...

Bref, si tant est que la prospection minière indirecte prenne à l'avenir une importance croissante et qu'il nous faille nous pencher désormais

davantage sur l'environnement que sur les gisements eux-mêmes, un effort considérable est à entreprendre dans le sens d'une homogénéisation du vocabulaire géologique et surtout d'une objectivation des observations. On peut en attendre une amélioration que je crois considérable de la définition cohérente et rationnelle des types et par conséquent augmenter considérablement la connaissance des sites géologiques fortement corrélés à la présence de concentrations minérales. Les deux exemples précédents doivent au demeurant nous inciter à la plus grande prudence quant à l'utilisation géostatistique des monographies traditionnelles et il nous appartient sans doute de promouvoir la mise au point et la diffusion de descriptions précises et complètes des gîtes minéraux et de leur environnement. Peut-être est-il temps de s'en persuader : l'ordinateur ne transcende pas la qualité des informations qu'on lui donne et l'obtention de bonnes corrélations dépend avant tout de la véracité et de la précision des observations.

B. CORRELATION ENTRE ENVIRONNEMENT ET MINERALISATIONS.

Compte tenu de l'état d'avancement de la définition des types de gisements, il me sera difficile d'illustrer mon propos de manière autre que qualitative : j'ai choisi pour ce faire le thème des amas sulfurés massifs. L'intérêt de ces concentrations est semble-t-il croissant surtout pour les faibles teneurs de métaux chalcophiles (Cu, Pb, Zn, Au, Ag) que contiennent les amas à dominante de sulfures de fer (pyrite et/ou pyrrhotite). L'évocation précédente des quartz-kératophyres me fournit par ailleurs une excellente introduction à ce thème des minéralisations dites exhalatives-sédimentaires.

Je n'omets pas ce faisant les minéralisations sulfurées massives associées aux grands lopolites de type Sudbury, Bushveld ou Insizwa, mais limiterai volontairement mon propos aux masses sulfurées génétiquement et chronologiquement liées aux émissions sous-marines de laves acides et basiques : le sujet me paraissant encore trop vaste pour le temps dont je dispose, je le restreindrai encore en le limitant aux émissions de flexures géosynclinales - c'est-à-dire que j'éliminerai le type Chypre qui semble bien apparenté aux exhalaisons sulfurées récentes de la Mer Rouge, c'est-à-dire à des émissions basiques de dorsales océaniques (Bernard et Soler, 1971).

Si l'on en croit les auteurs japonais, deux types de flexures doivent être envisagés : elles sont représentées (fig. 4) sur un modèle géotectonique de Dewey et Bird (1970) afin de clarifier les idées.

Il s'agit de la coupe d'une cordillère au stade précoce de l'orogenèse : c'est à peu de chose près la structure de la partie septentrionale de Honshu (Japon) au Néogène. La flexure de type A, où « Kuroko » est marquée par un volcanisme sous-marin de type spilitique et kératophyrique. La flexure de type B, ou « Sambagawa », est, elle, marquée par une dominante de volcanisme basique et surtout par une liaison spatiale assez étroite avec les formations de fosse ortho-géosynclinale : ophiolites, schistes bleus, wild-flysch (mélanges)... Ainsi que le firent remarquer Juteau et Rocci (1968), on retrouve bien là l'a

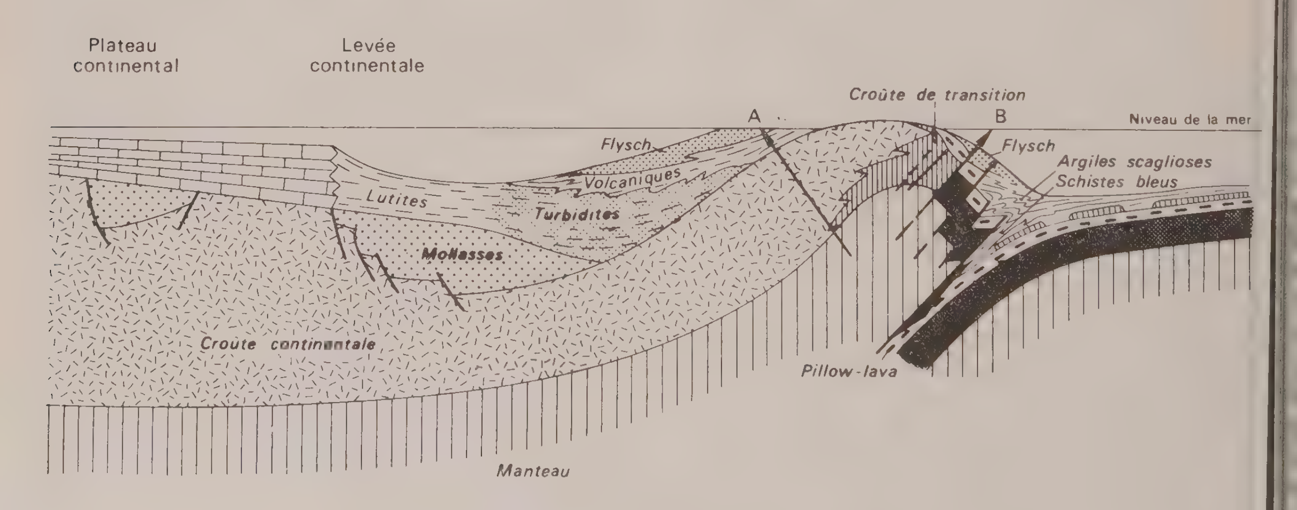


Fig. 4.

Les deux types de flexures pré-orogéniques lors d'une phase initiale de l'évolution d'un orogène du type cordillè suivant Dewey et Bird (1970).

En A, flexure à substratum sialique du type « Kuroko » (association hercynotype spilite-quartz kératophyre). En flexure à substratum de croûte océanique du type « Sambagawa » (association alpinotype à ophiolites et spilites).

ciation hercynotype « spilite-quartz-kératophy- » et l'association alpinotype « ophiolites-spili-s » sans quartz-kératophyre, la différence s'ex-liquant par la présence d'un substratum sialique ans le premier cas, par son absence dans l'autre.
Le modèle « Kuroko » - Il est désormais bien onnu depuis la publication d'E. Horikoshi

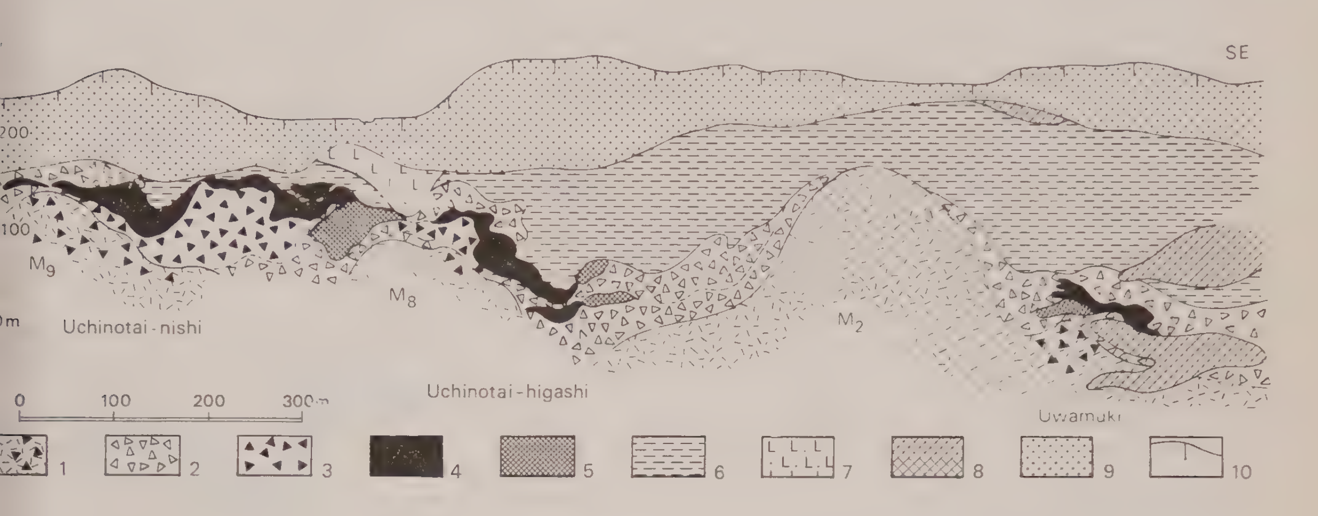


Fig. 5.

Coupe géologique des districts kurokos d'Uchinotai et d'Uwamuki (région de Kosaka, Japon), d'après Horikoshi (1969), simplifiée.
L'orientation (GH) est indiquée fig. 6.

1. Protrusions laviques, massives et bréchiques : les indices de la lettre M indiquent l'ordre probable de mise en place e ces « Motoyama Dacites » (en fait quartz-kératophyres) ; 2. Tufs bréchique d'Uwamuki : brèches phréato-magmatiques ; . Brèches volcaniques de Motoyama ; 4. Amas sulfurés ; 5. Amas gypsifères ; 6. Tufs ponceux et tuffites d'Akamori ; . Andésite de Yagaratai ; 8. Basalte de Kako (sills et coulées) ; 9. Formations quaternaires ; 10. Implantation de orages.

Les émissions andésitiques (Yagaratai) et basaltiques (Kako) sont nettement tardives par rapport aux « Dacites e Motoyama ». Noter la densité d'implantations de sondages.

1969) qui synthétise, en fait, l'opinion de la plu-art des auteurs japonais (Tatsumi, 1970).

Très schématiquement (fig. 5), les amas sulfu-és se présentent comme des masses lenticulaires oncordantes avec la stratification des roches ncaissantes tufs quartz-kératophyriques au mur, histes tuffacés au toit. Dans l'espace, ces forma-ons reposent sur le flanc de protrusions laviques uartz-kératophyriques, en aval d'une structure réchique d'explosions gazeuses qui termine, hronologiquement, l'activité effusive de la pro-usion (fig. 6). Apparemment, c'est alors que se éveloppe l'activité exhalative : ces émanations éposent d'abord les sulfures, puis par refroidis-ement et oxydation, des évaporites auxquelles assent latéralement, vers l'aval, les amas sulfu-és.

La prospection indirecte conduite avec réussite ar les géologues japonais consiste à repérer us des recouvrements de l'ordre de 50 à 150 iètres, par cartographie, les alignements de pro-usions quartz-kératophyriques : ils passent ensuite directement aux sondages de reconnaissance dont ils fixent les implantations au fur et à mesure de l'avancement de la campagne, c'est-à-dire en tenant systématiquement compte des informations acquises. En d'autres termes et, encore que coûteux, ce procédé s'avéra fructueux, les géologues japonais utilisant le sondage tacti-

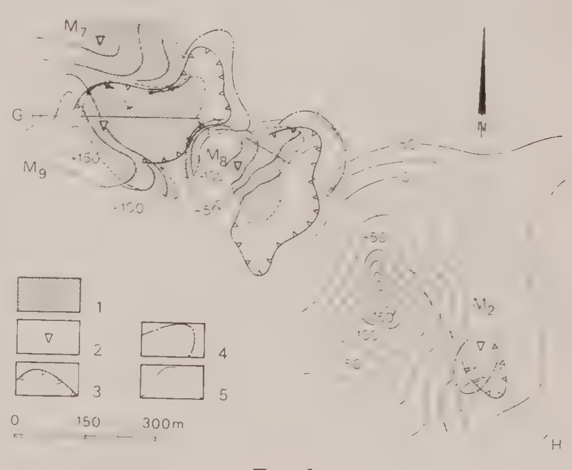


Fig. 6.

Plan indiquant en courbes de niveau la forme des protrusions (M_2, M_8, M_9) de « Dacite de Motoyama », et la distribution des tufs, des minéralisations sulfurées et des amas gypsifères.
D'après Horikoshi (1969), simplifée.

1. Brèche volcanique de Motoyama : faisceau tuffacé quartz-kérotophyrique ; 2. Centre explosif des protrusions ; 3. Limites des corps sulfurés ; 4. Limites des amas gypsifères ; 5. Courbe de niveau (protrusions).

que de manière indirecte : après quelques implantations, ils sont repérés par rapport aux protrusions, et tenant compte de la sédimentologie du faisceau tuffacé, orientent leurs nouvelles implantations vers les flancs minéralisés de ces structures. Evidemment, une traversée évaporitique ou pyriteuse entraîne *ipso facto* l'implantation d'un quadrillage systématique serré : cette fois, la démarche, ultime, est directe.

Il est beaucoup plus délicat d'appréhender le modèle actuel des métallisations du type Sambagawa, qui, s'il exista au Néogène, doit se trouver

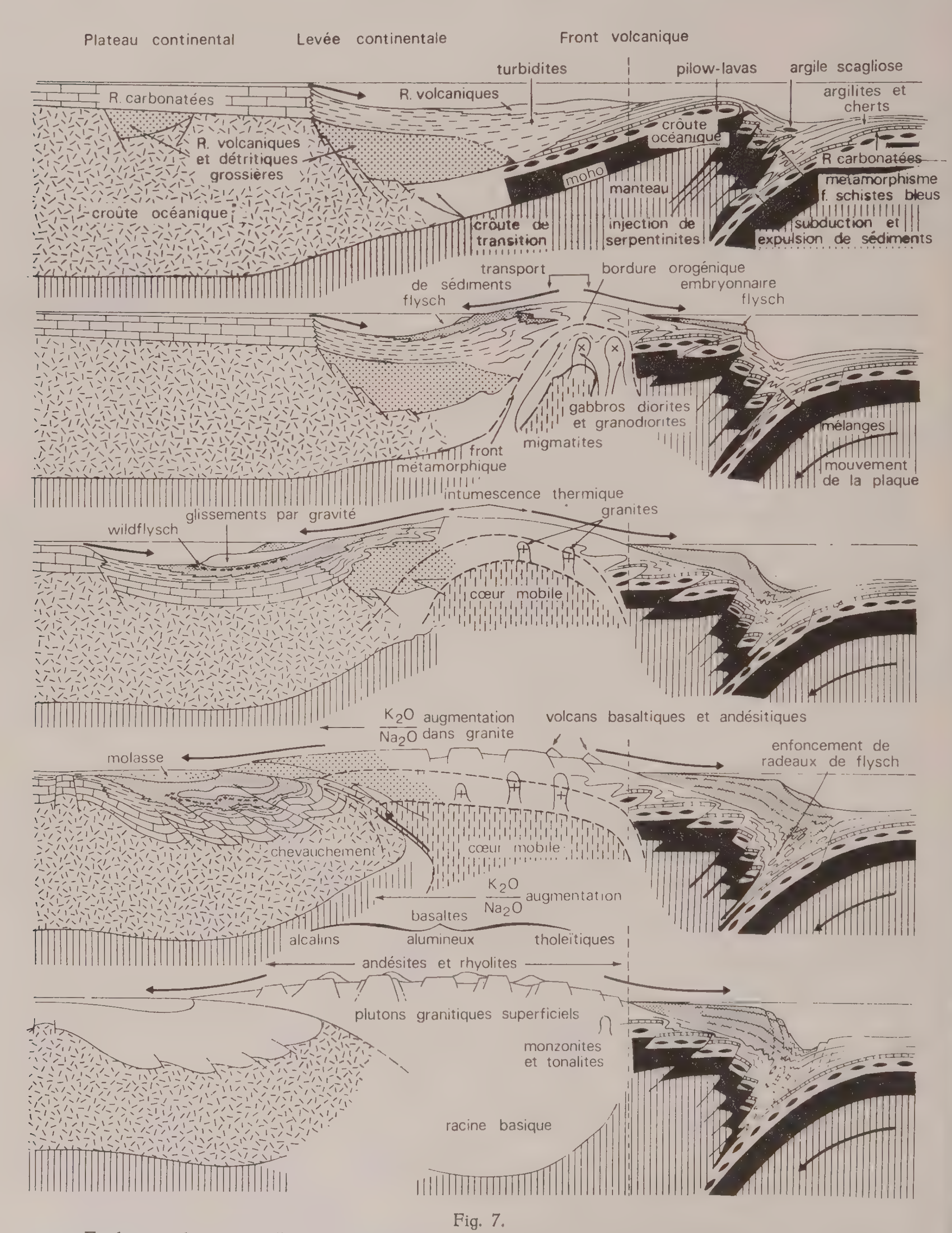


Fig. 7.

Evolution schématique d'une orogène de type cordillère, suivant Dewey et Bird (1970), simplifiée.

Rq — Il conviendrait suivant les cas d'incliner à partir de C ou D le plan de Bénioff à 30° sous l'intumescence sialique.

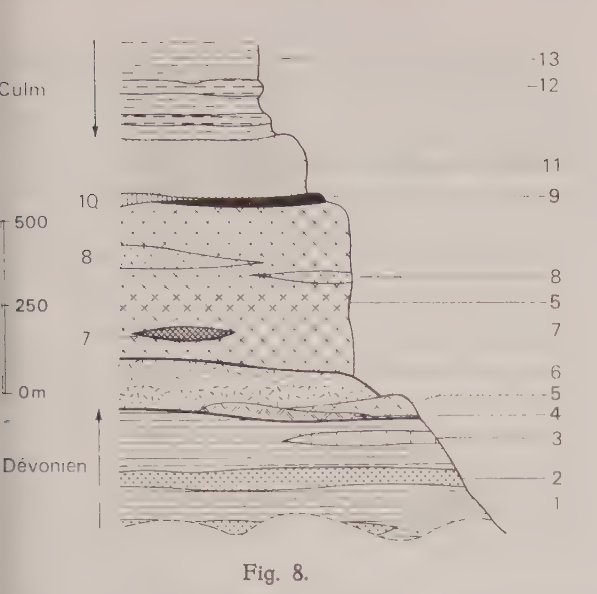


Fig. 8.

série lithostratigraphique dévono-dinantienne de la ovince de Huelva (Espagne), suivant Soler (1971). L'échelle est indicative.

série dévonienne comporte des schistes (1) et des artzites (2) ; au sommet quelques lentilles carbonatées (3) silifères. L'ensemble volcano-sédimentaire montre, à la se, quelques sills de dolérite albitique (4) et des masses iques (6) quartz-kératophyriques. Les amas pyriteux (7) nt contenus de manière concordante dans le faisceau facé quartz-kératophyrique (5) où se rencontrent égalent des coulées spilitiques (8). Le sommet du faisceau facé est généralement marqué par des couches siliceuses ferrifères bariolées (polvo-hématites) (9) auxquelles ssocient à l'occasion des amas manganésifères stratifors (10). Le volcano-sédimentaire se termine par une mation micritique (ou tuffitique) plus ou moins puissante vant les endroits. Le Culm enfin surmonte le volcanodimentaire : il s'agit de schistes (12) et grauwackes (13).

jourd'hui à quelques milliers de mètres de prondeur dans la fosse océanique japonaise. Force us est donc d'appréhender ce modèle dans les vironnements anciens et plus précisément, dans ceinture pyriteuse de Shikoku (fig. 11).

Il me paraît utile, pour simplifier l'exposé, d'envisager parallèlement le devenir des métallisations de type flexure A et de type flexure B en utilisant le modèle d'évolution des cordillères suivant Dewey et Bird (1970).

Le type Rio Tinto - L'évolution d'une force interne (fig. 7) en aval d'une flexure A montre après la sédimentation de flysch et l'émission quartz-kératophyrique et spilitique, le développement précoce de glissements gravitatifs qui conduisent à la formation de nappes du deuxième genre, sans flanc inverse. Puis, en raison du développement de l'intumescence géanticlinale des chevauchements et des nappes de premier genre, de couverture ou penniques avec entraînement d'écailles de socle, se produisent au moment de la phase orogénique majeure qui précède les premières sédimentations molassiques.

Le raccourcissement de la structure du bassin et du plateau continental est, semble-t-il, extrêmement important.

C'est bien dans un tel contexte que se trouvent les amas cuprifères de la province de Huelva (Espagne) ainsi que le montra récemment E. Soler (1971) : les amas pyriteux se rencontrent bien dans un faisceau tuffacé quartz-kératophyrique situé au-dessus d'épanchements laviques où se retrouvent occasionnellement des structures bréchiques d'exhalaisons (fig. 8). Mais, et ceci complique singulièrement les choses, ces sructures métallisées ont été entraînées dans des nappes précoces, gravitatives, sans flanc inverse, qui furent ultérieurement plissées et schistifiées avec l'ensemble des formations de remplissage géosynclinal (Schermerhohn et Stanton, 1969), pendant la phase orogénique majeure (fig. 9 et 10). Des chevauchements tardifs, syn-schisteux, déformèrent encore ces nappes et leurs amas sulfurés associés.

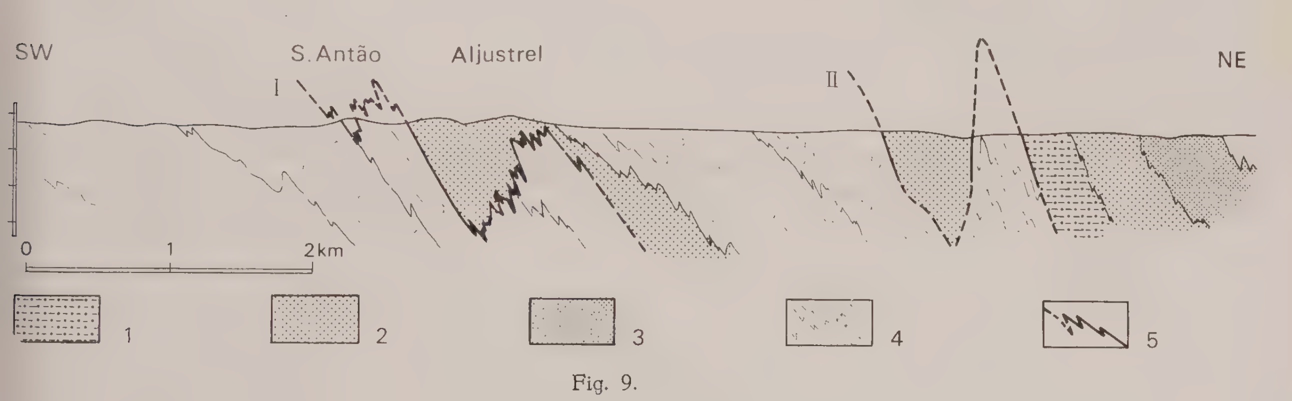


Fig. 9.

Coupe des charriages de la région d'Aljustrel (Portugal), suivant Schermerhorn et Stanton (1969) simplifiée.

On distingue deux surfaces anormales schistifiées : I) Charriage d'Aljustrel ; II) Charriage de Biguina.

1. Schistes et quartzites dévoniens ; 2. Volcano-sédimentaire inférieur (faisceau tuffacé) ; 3. Volcano-sédimentaire périeur ; 4. Schistes et grauwackes du Culm ; 5. Surface de charriage schistifiée.

Rq — Les faciès du volcano-sédimentaire de la nappe de Biguina sont différents de ceux du volcano-sédimentaire, ici lifférencié, de la nappe d'Aljustrel (voir fig. 10).

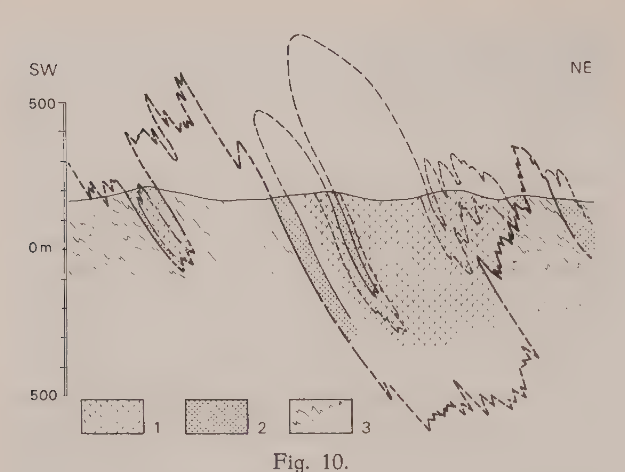


Fig. 10.
Agrandissement de la coupe précédente : synformes de la surface anormale d'Aljustrel au droit du district minéralisé, suivant Schermerhorn et Stanton (1969).

Même légende que la figure précédente : seul le volcano-sédimentaire inférieur d'Aljustrel (faisceau tuffacé) a été différencié (1).

On remarquera la disharmonie structurale entre l'anticlinorium d'Aljustrel et la structure synforme de la surface de charriage.

En d'autres termes et si l'on s'en tient à l'environnement géologique, les amas sulfurés cuprifères du type Rio-Tinto apparaissent comme des « kurokos », après évolution orogénique qui, da ce cas précis, est essentiellement tectonique : il y en a, le métamorphisme régional est extr mement léger ! En tout état de cause, on atter encore la description d'une association épimét morphique précise dans la ceinture pyriteu sud-ibérique.

Dans de tels environnements, pousser la reco naissance indirecte au-delà de la localisation d massifs effusifs quartz-kératophyriques, et essentiellement par cartographie gélogique déta lée, devient une opération éminemment has deuse : il convient très tôt de passer aux techn ques de prospection directe (gravimétrie, méth des électriques). Par rapport aux Kurokos, la pa de la prospection indirecte est ici appréciab ment réduite.

Le type Sambagawa **- Revenons au modèle Dewey et Bird sur l'évolution d'une zone flexure interne (fig. 7). Dès émersion de la c dillère, elle est marquée par une sédimentati flysch et un volcanisme pré-orogénique qui est à dominante basique, spilitique ou non. C' l'ensemble de ces formations, qui, avec des é ments de croûte océanique est entraîné dans zone de subduction vers des zones profondes**



Fig. 11.
Carte schématique de l'île de Shikoku, montrant l'extension des terrains de Sambagawa et la distribution des amas sulfurés cuprifères par rapport au terme moyen de la formation Minawa (cf. fig. 12), in Tatsumi (1970).

1. Terme moyen de la formation Minawa où les schistes basiques prédominent ;
2. Couverture tertiaire.

Les coupes AB et CD sont représentées fig. 12.

se développent les conditions de métamorphisme à glaucophanites (schistes bleus) et éclogites. C'est pendant cet entraînement que se produisent chevauchements et sous-charriages de la partie supérieure du manteau océanique (ultrabasites) au toît de la zone de subduction.

Tels sont, pour l'essentiel, les éléments de l'évolution géotectonique du géosynclinal de « Titibu » (fig. 11) qui furent particulièrement bien mis en évidence par S. Banno, dès 1964, bien avant la production des schémas de Dewey et Bird.

L'activité de cette fosse commence au Silurien au sud d'une aire géanticlinale sialique dite de Ryoke : les schistes cristallins de Sambagawa représentent le Carbonifère et le Permien, marqués par d'abondantes émissions sous-marines basiques. L'ensemble de ces formations fut métamorphisé et plissé entre Lias et Crétacé moyen : les roches basiques notamment sont portées dans le faciès schistes à glaucophane et localement éclogite. Pendant le métamorphisme régional, se mirent en place de nombreux massifs d'ultrabasites (zone axiale de plis couchés, le long des grands accidents cassants) dont certains furent métamorphisés et d'autres peu atteints. Très schématiquement, ces informations apparaissent sur les coupes régionales de la zone de Besshi (fig. 12).

Les minéralisations sulfurées se développent de manière concordante avec la structure planaire des roches d'épontes, et, plus précisément le plongement de l'amas métallisé se fait suivant la linéation des schistes encaissants. Comme celle-ci change de S.70° E (30°) à N.30° W (55°) à 1200 m de profondeur (niveau 14), l'allure stratiforme très continue, qui apparaît sur la coupe classique de Besshi, est assez trompeuse (fig. 13). En fait,

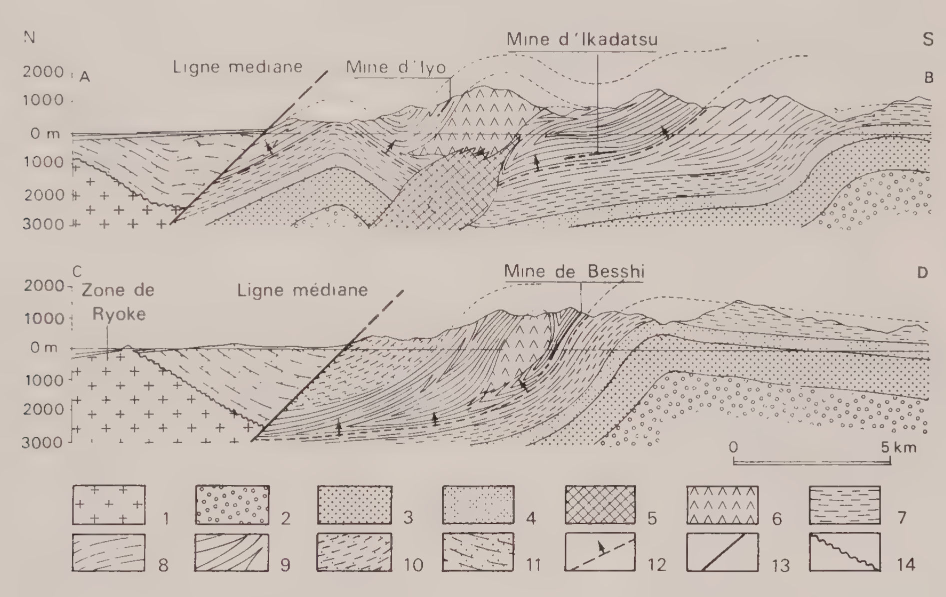


Fig.12.

Coupes régionales du district minier de Besshi, suivant le service géologique de la Sumimoto Metal Mining Co. (1970).

Le groupe de Yoshinogawa a été divisé en trois parties :

— **Inférieure :** Formation Oboke (2), schiste psammitique à passées conglomératiques schistoïdes.
Formation Kawaguchi (3), schistes pélitiques et intercalations de schistes basiques et de schistes quartzeux.

— **Moyenne :** Formation Koboku (4), schistes pélitiques.
Formation Minawa, elle-même subdivisée en :
- Membre inférieur : schistes pélitiques (8 % des gisements sulfurés s'y rencontrent) (7)
- Membre moyen (8) : schistes basiques (70 % des gisements sulfurés)
- Membre supérieur (9) : schistes pélitiques et basiques (6 % des gisements sulfurés).

— **Supérieure :** Formation Ozyoin (10) : schistes pélitiques.

La formation d'Izumi (11) qui recouvre en discordance (14) le granite de Ryoke (1) est déjà mésozoïque et affleure au Nord de la ligne de dislocation médiane (13).

On notera la position des massifs d'amphibolites (6) (glaucophanites) et d'ultrabasites (5) (serpentinites). De même, les auteurs japonais accordent une grande importance à la porphyroblastèse albitique repérée en (12) par une limite bien marquée sur le terrain.

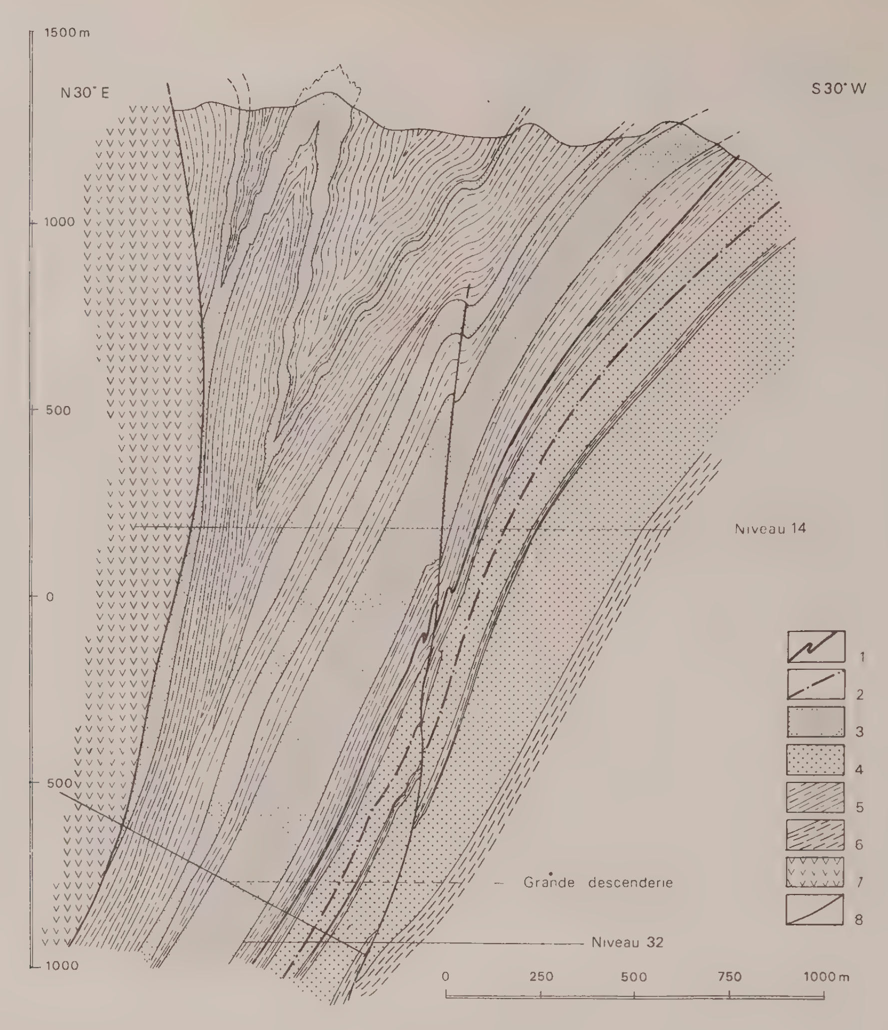


Fig. 13.

Coupe de la masse minéralisée principale de Besshi, d'après le Service géologique de la mine.

1. Corps minéralisé ; 2. Horizon de schistes siliceux ; 3. Schistes basiques « tachetés » : porphyroblastes d'albite ; 4. Schistes basiques non tachetés ; 5. Schistes pélitiques ; 6. Schistes phylliteux ; 7. Glaucophanites ; 8. Faille.

il s'agit d'une structure plissée (synforme ou antiforme) dont l'axe suit les changements de linéation (fig. 14) : ce qui donne une idée de la complexité tectonique réelle des formations minéralisées.

Il est particulièrement ardu, dans l'état actuel des connaissances de remonter au modèle originel de la minéralisation : aussi bien, l'hypothèse exhalative-sédimentaire est-elle de plus en plus admise au Japon (cf. travaux de T. Watanabe, *in* Tatsumi, 1970).

Tous les amas du district de Besshi furent trouvés dans une puissance de 200 m (formation Minarva, terme moyen, fig. 11), c'est-à-dire dans un ensemble stratigraphique relativement mince comparativement à l'ensemble de Sambagawa. La démarche indirecte s'arrête à la cartographie détaillée de cet horizon métallifère. Très tôt, il convient de passer à la prospection tactique directe (magnétique, géochimique).

Connaîtrait-on le modèle originel de Sambagawa, il est à craindre que l'oblitération tectonique et métamorphique rendrait très aléatoire l'utilisation indirecte des caractères géologiques de l'environnement.

Le type Fornas - Examinons rapidement, pour terminer, l'environnement géologique du gisement sulfuré massif de Fornas, près Saint-Jacques de Compostelle en Galice (Espagne).

En suivant les conclusions des chercheurs néerlandais qui travaillent en Galice depuis 1959 sous la direction de E. Den Tex (1967), on doit distinguer dans cette région un certain nombre de blocs structuraux anté-hercyniens qui persistent au sein d'un ensemble migmatitique et granitique varique.

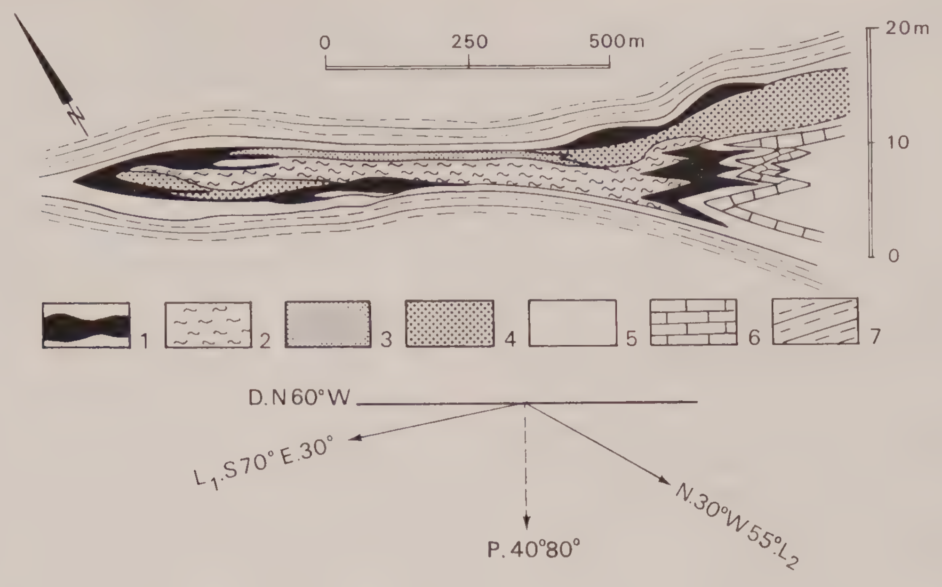


Fig. 14.

Plan schématique de la masse minéralisée principale de Besshi, d'après le Service géologique de la mine.

Ce plan est synthétique, les différents amas prenant plus ou moins d'importance suivant les niveaux. Le changement de linéation dans le plan de schistosité (D, P) se fait aux environs du 14ème niveau : du jour à la cote 200 suivant L_1, de la cote 200 à — 1000 m suivant L_2.

1. Minerai massif ; 2. Minerai rubanné ; 3. Roche basique massive ; 4. Schiste basique ; 5. Schistes siliceux ; 6. Calcaire ; 7. Schistes pélitiques.

On notera le caractère syn ou antiforme de cette structure (horizon calcaire et formation de schistes siliceux).

La plus importante de ces structures anciennes s'étend de manière pratiquement continue depuis le Cabo Ortegal jusqu'à la frontière portugaise. C'est à l'intérieur de ce grand complexe d'Ordenes qu'apparaît à l'Est immédiat de Saint-Jacques de Compostelle, un massif de métabasites constitué essentiellement d'amphibolites à grenat et à épidote. C'est dans ces amphibolites que furent mis en évidence les gisements de Fornas et d'Arinteiro (Rambaud, 1970).

Il s'agit d'amas massifs à pyrrhotite et pyrite, chalcopyrite et blende (fig. 15).

L'antophyllite a été reconnue en abondance dans le minerai de Fornas. Quant aux minéralisations d'Arinteiro, elles sont de même type, mais souvent diffuses.

L'intérêt de ce district réside dans l'extraordinaire complexité de l'environnement : le tableau I résume cette histoire géologique remarquablement dépouillée par A. Van Zurren (1969).

— Métamorphisme - Toutes les métabasites furent vraisemblablement portées durant M_1 dans les conditions du granulite faciès (hornblendes plagiopyrigarnites) et rétromorphosés progressivement par la suite :

M_2 : amphibolites à grenat et amphibolites à linéation (F_2).

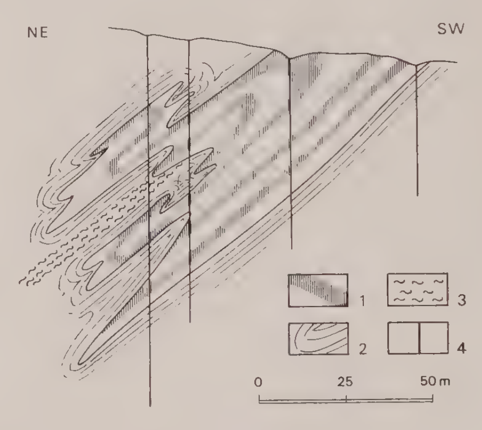


Fig. 15.

Allure des minéralisations de Fornas, d'après Ypma (1967).

1. Répartition hypothétique des amas sulfurés dans les amphibolites à antophyllite ; 2. Amphibolites à épidote ; 3. Amphibolites à grenat ; 4. Sondages miniers.

Cette coupe est purement indicative.

M_3 : amphibolites à épidote, corrélées avec les déformations (F_4).

M_4 : schistes verts rétromorphiques associés à F_6 ainsi qu'aux phases tardives de phyllonitisation et de mylonitisation.

— Tectonique - Il serait trop long de restituer ici le détail microtectonique des six phases de

Tableau I

Relations entre phases de plissement et phases de métamorphisme régional, dans le complexe d'Ordenas,suivant Van Zurren (1969)

	Pré-hercynien	Hercynien	
Phases de plissement	F_1 F_2 F_3	F_4 F_5 F_6	Phyllonitisation Mylonitisation
Phase de métamorphisme régional	M_1 M_2	M_3 M_4	
Schistosité ou plan axial de clivage	S_1 S_2 S_3	S_4 S_5 S_6	

plissement mises en évidence par Van Zurren. Deux schémas suffisent à illustrer mon propos, c'est-à-dire l'extraordinaire complexité tectonique de l'environnement (fig. 16 et 17).

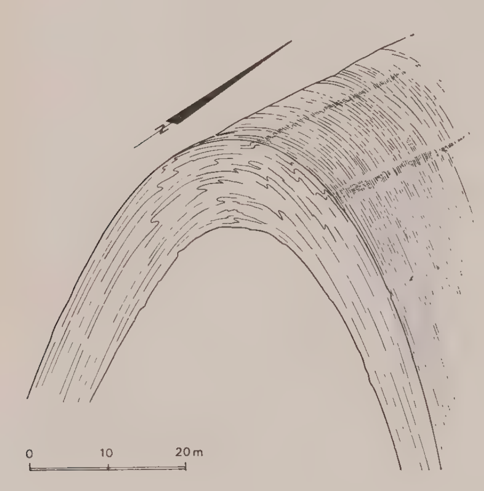


Fig. 16.

Figure d'interférence entre des plis F_1 supposés couchés et un grand antiforme d'âge hercynien (F_4), in Van Zuuren (1969).

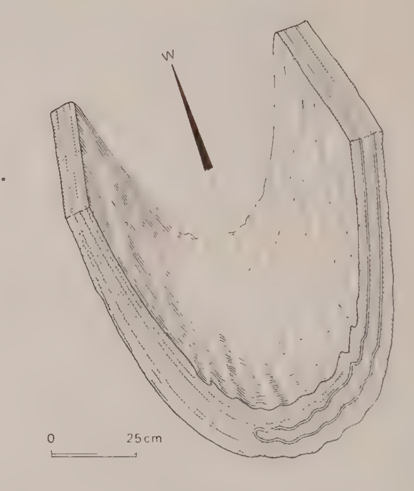


Fig. 17.

Figure d'interférence entre des micro-plis F_2 replissés suivant un nouveau plan axial très incliné (S_3) in Van Zuuren (1969).

Toutes les ressources de la pétrofabrique et la comparaison systématique des déformations enregistrées par les métasédiments et par les métabasites furent nécessaires pour débrouiller cet imbroglio tectonique et métamorphique.

Inutile de dire que dans de telles conditions d'environnement il est illusoire de vouloir reconnaître le modèle originel. L'absence de Nickel, l'abondance des roches basiques, la présence locale d'ultra-basite dans le Massif de Saint-Jacques-de-Compostelle, l'intensité du métamorphisme M_1, laissent à penser qu'il s'agit du type Sambagawa — et non, comme cela fut avancé, d'une lopolite type Sudbury (Ypma, 1967) — Toutefois, cette assimilation, pour plausible qu'elle soit, n'apporte rien à la prospection indirecte de tels amas sulfurés : la présence de pyrrhotite — sans doute liée à l'évolution métamorphique des pyrites originelles — permit, dans le cas présent, l'utilisation des méthodes magnétiques (aéroportées et au sol) en stratégie et en tactique (où furent également utilisés la polarisation provoquée, la résistivité et quelques profils géochimiques) avant de reconnaître par sondages (Rambaud, 1970).

CONCLUSIONS

En conclusion, il est évident que les oblitérations dues aux déformations tectoniques et aux recristallisations métamorphiques affaiblissent considérablement la valeur des corrélations entre environnements et minéralisations. La typologie demeure certes possible, après des études extrêmement précises des environnements, mais la complexité de ces derniers rend illusoire toute utilisation indirecte.

La démarche indirecte, s'appuyant éventuellement sur des techniques géophysiques et géochimiques, ne peut donc actuellement s'appliquer qu'aux modèles simples présentant de bonnes corrélations environnement-gisement. Elle a un magnifique champ d'activité dans le domaine de la détection des gisements enfouis en environnement simple.

Dès que les environnements se compliquent la cartographie géologique demeure une arme indirecte très efficace au niveau stratégique, mais la détection directe s'impose rapidement au niveau tactique. Dans les cas extrêmes, type Fornas — mais la métallogénie présente bien des modèles d'une extrême complexité —, seule la démarche directe demeure efficace. C'est pourquoi toute nouvelle technique ou toute amélioration des techniques actuellement connues seront encore particulièrement bienvenues dans l'arsenal du prospecteur, et ce, pour très longtemps encore.

BIBLIOGRAPHIE

AMSTUTZ, C.C. (1965) — Some comments on the genesis of ores. in **Symposium Problems of Postmagnatic Ore Deposition, Prague,** vol. 2, pp. 147-150.

BANNO, S. (1964) — Petrologic studies on Sambagawa crystalline schists in the Bessi-Ino District, Central Shikoku, Japan. **Journal of Fac. Sc., Tokyo University,** Sec. II, vol. 15, Part 3, pp. 203-319.

BLONDEL, F. (1955) — Les types de gisements de fer. **Chron. Mines colon.,** Paris, n° 231, pp. 226-244.

BERNARD, A., FOGLIERINI, F. (1964) — A propos des « filons hydrothermaux » de Pierrefitte-Nestalas. **C.R.Ac.Sc.,** Paris, t. 258, pp. 274-277.

BERNARD, A., SOLER, E. (1971) — Sur la localisation géo-tectonique des amas pyriteux massifs du type Rio-Tinto, **C.R.Ac.Sc.,** Paris, t. 273, pp. 1087-1090.

BRESSON, A. (1903) — Etudes sur les formations anciennes des hautes et basses Pyrénées. **Bull. Serv. Carte Géol. Fr.,** Paris, t. 14, n° 93, pp. 45-322.

DAGALLIER, G. — Communication orale, note à paraître en 1972.

DEWEY, J.F., BIRD, J.M. (1970) — Mountain Belts and the New Global Tectonics. **Journ. of Geophys. Res.,** Washington, t. 75, n° 14, pp. 2625-2647.

FOURMARIER, P. (1925) — Discussion **XIXe Congr. géol. International,** Madrid, vol. n° 3, pp. 1193-1195.

HORIKOSHI, E. (1969) — Volcanic activity related to the formation of the Kuroko-type Deposits in the Kosaka District, Japan. **Mineral. Deposita,** Berlin, t. 4, n° 4, pp. 321-345.

LAFFITTE, P., PERMINGEAT, F., ROUTHIER, P. (1965) — Cartographie métallogénique, métallotecte et géochimie régionale. **Bull. Soc. Fr. Mineral Crist.,** Paris, t. 88, pp. 3-6.

LAUNAY, L. de (1904 et 1913) — Gisement visité en 1904 et décrit en 1913 in **Traité de Métallogénie,** Ch. Béranger, Paris et Liège, t. III, p. 137.

LEHMANN, E. (1934) — Der magmatische Mineral und Gesteinprovinz im Mitteldevon des Lahn-Dill Gebiets. **Zeit. Deutsch. Geol. Ges.,** Hannover, vol. 86, pp. 348-359.

RAMBAUD, F. (1970) — Cursillo de Geologia applicada al estudio de los yacimientos minerales : sulfuros massivos. Inédit, Madrid, Mai 1970.

ROCCI, G., JUTEAU, Th. (1968) — Spilites-Kératophyres et ophiolites. Influence de la traversée d'un socle sialique sur le magmatisme initial. **Geol. en Mijnbouw,** Rotterdam, t. 47, n° 5, pp. 330-339.

ROUTHIER, P. (1963) — Les gisements métallifères. Géologie et principes de recherche. **Masson et Cie,** Paris, 2 vol.

ROUTHIER, P. (1969) — Essai critique sur les méthodes de la géologie (de l'objet à la genèse). **Masson et Cie,** Paris, 1 vol., p. 204.

SATTRAN, V. (1968) — La systématique naturelle par mesure des ressemblances des gîtes de béryllium (Taxinomie numérique en métallogénie). Ronéo. Centre d'Informatique de Fontainebleau, à paraître **in Mineral. Deposita,** Berlin (1972).

SCHERMERHORN, L.J.G. (1969) — Mafic geosynclinal volcanism in the Lower Carboniferous of South Portugal. **Geol. en Mijnbouw,** Rotterdam, vol. 49, n° 6, pp. 439-450.

SCHERMERHORN, L.J.G., STANTON, W.I. (1969) — Folded overthrusts at Aljustrel (South Portugal). **Geol. Mag.,** Cambridge, vol. 106, pp. 130-141.

SCHNEIDERHÖHN, H. (1941) — Lehrbuch der Erzlagerstättenkunde. 1 vol., Iéna, **G. Fischer Ed.,** pp. 742-760.

SMIRNOV, V.I. (1968) — Pyritic Deposits. **International Geology Rev.,** Washington, vol. 12, n° 8, pp. 881-908 (Part I) et vol. 12, n° 9, pp. 1039-1058 (Part. II).

SOLER, E. (1969) — L'association spilites-kératophyres de la Province de Huelva (Espagne). 1 vol., thèse 3ème cycle, Paris, p. 105.

SOLER, E. (1971) — Observations préliminaires sur la province métallogénique de Huelva (Espagne). Stratigraphie et tectonique. **C.R.Ac.Sc.**, Paris, t. 272, pp. 1197-2000.

STRAUSS, G.K. (1965) — Zur geologie der SW-Iberischen Kiesprovinz und ihrer Lagerstätten, mit besonderer Berücksichtigung der Pyritgrube Lousal (Portugal). Thèse ronéo, 1 vol., Munchen, p. 152.

TATSUMI, T. (1970) — Volcanism and ore genesis. **Tatsumi Ed.**, Tokyo, University Press, 1 vol., p. 448.

TEX, E. den (1967) — Aperçu pétrologique et structural de la Galice cristalline. **Leidse Geol. Medede.**, Leiden, vol. 36, pp. 211-222.

YPMA, P.J.M. (1967) — Sumario de la mineralizacion metalifera y su genesis en Galicia occidental (Espana). **Leidse. Geol. Medede.**, Leiden, vol. 36, pp. 279-291.

ZUUREN, A. van (1969) — Structural Petrology of an area near Santiago de Compostella (NW Spain). **Leidse Geol. Medede.**, Leiden, vol. 45, pp. 1-71.

DISCUSSION

M. Snoep.

Quels sont tonnage et teneurs du gisement de Fornas ?

A. Bernard.

Lors du « Cursillo sobre Yacimiento Massivos de sulfuro », en mai dernier, à Madrid, F. Rambaud fit état de 25.10^6 T à 1,0 + 0,2 % Cu.

M. Raucq.

L'étude statistiques des gîtes connus par la corrélation des données de l'environnement et des minéralisations a-t-elle déjà conduit à la découverte d'occurrences non connues ?

A. Bernard.

Non. On en est encore au stade de la corrélation intuitive, c'est-à-dire à l'individualisation qualitative des types de gisements. Des organismes internationaux (notamment COGEODATA) se préoccupent de la corrélation quantitative des paramètres de gisement et d'environnement.

M. de Magnée.

Suivant qu'un même type de gisement est métamorphisé ou non, sa minéralogie est très différente. Dès lors, les caractères minéralogiques respectifs ne montreront guère de corrélation significative. L'analyse par grappes conduira donc à ranger ces deux sous-types dans des ensembles distincts. N'est-ce pas un inconvénient du système ? Peut-on y remédier sans perdre en objectivité ?

A. Bernard.

La transormation minéralogique de la paragenèse primaire va évidemment de pair avec la transformation métamorphique de l'environnement. Il n'est pas certain que la corrélation minéralisation/environnement s'affaiblisse, mais elle concerne certainement une expression différente de la concentration primaire : on aboutirait ainsi à l'individualisation de sous-types, le type étant défini par l'ensemble gisement/environnement caractérisant le mieux la phénoménologie de la concentration primaire (le plus récent, ou, effectivement, le moins transformé).

M. Bartholomé.

La méthode de recherche proposée par M. Bernard est cependant du plus haut intérêt. Toutefois, elle risque de se heurter à un écueil. En effet, tandis que les observations faites à petite échelle (par exemple les déterminations minéralogiques et de paragenèse), présentent une reproductibilité élevée, celles qui sont faites à grande échelle, sont, comme chacun le sait, peu reproductibles; car en fait, ce sont plutôt des interprétations basées dans la plupart des cas sur un grand nombre d'observations élémentaires. Des corrélations entre caractères qui ne peuvent pas être déterminés avec une grande reproductibilité, risquent d'avoir peu de signification. L'affleurement paraît être le plus grand objet géologique dont les caractères peuvent dans la plupart des cas être déterminés avec une grande reproductibilité.

M. Jedwab.

Suite à l'intervention du Prof. Bartholomé et sur l'exemple précis de la difficulté de reconnaître objectivement des actions tectoniques, on souligne l'intérêt qu'il y aurait à mesurer systématiquement les volumes de pores et fissures d'échantillons recueillis sur affleurements (travaux de Goni, Ragot et Sima). Un effort de systématisation de la terminologie et des concepts utilisés par géologues, tectoniciens et physico-chimistes des solides (naturels et artificiels) serait urgent.

A. Bernard.

L'exemple de l'application de l'analyse de grappe aux gisements de Beryllium que j'ai emprunté à V. Sattran n'a d'autre objet que didactique : exprimer l'idée qu'il existe une certaine corrélation entre l'environnement et la

minéralisation pour chaque type de gisement. Intuitivement, de nombreux métallogénistes et géologues-miniers en sont persuadés et orientent certaines prospections en se fondant sur les caractères de l'environnement : ils utilisent une démarche indirecte.

Ceci dit, la démarche informatique qui implique introduction de données qualitatives ou quantitatives dans un traitement statistique soulève de nombreux problèmes dont je ne suis pas spécialiste. M. Bartholomé pose une question concernant la qualité de l'information (en l'occurrence appréciée à sa reproductibilité) en fonction de l'échelle analytique. Je le suivrai volontiers en reconnaissant qu'au niveau de l'élément chimique ou de l'espèce minéralogique voire de l'association minérale — quand l'affleurement est homogène — la reproductibilité est actuellement bien meilleure que celle relevant d'observations à grande échelle (1/1.000 à 1/1.000.000). C'est en partie ce que j'ai voulu souligner en m'élevant en revanche contre notre incapacité apparente à appréhender le fait géologique, c'est-à-dire à grande échelle. L'intervention de M. Jedwab me tranquilise : il est possible d'accéder aux propriétés « en grand » de la matière par intégration de mesures réalisées « en petit ». Je crois également, en deçà, que les cartes géologiques sont des documents qui relèvent d'échelle mégascopique et qu'ils présentent une certaine reproductibilité : c'est précisément dans le sens d'une amélioration de la qualité de l'information mégascopique, par la géologie, que j'ai présenté cette communication. Je crois en effet que l'opération est possible et, qu'à défaut, il nous resterait peut-être l'intégration de données élémentaires ou minéralogiques qui ressort de la compétence de l'ordinateur. Je crois surtout que bien que l'on connaisse parfaitement la structure du quartz, on ignore, la plupart du temps, la structure du banc de quartzite. Je crois enfin que chaque échelle phénoménologique comporte ses objects qu'il convient d'appréhender comme tels par des moyens analytiques directs : quoiqu'on puisse en penser, la carte géologique et ses techniques, qui varient d'échelle à échelle, répondent encore le plus efficacement et le plus logiquement à cette sorte de problèmes épistémologiques.

M. Panou.

Dans les études géostatistiques, le choix du modèle statistique est, à mon avis, important. Peut-on être sûr a priori que deux modèles statistiques conduisent aux mêmes conclusions et sinon quel degré de confiance peut-on attribuer aux résultats quantitatifs obtenus à l'aide d'un tel schéma ?

A. Bernard.

Ce problème n'est important que dans la mesure où le choix d'un modèle statistique impose de longs et pénibles traitements. Si les modèles sont programmés et les résultats visualisables, le choix est pragmatique et a posteriori. C'est du moins, je pense, l'attitude du géologue-minier. Quant au fond, il nous faudra bien sûr réfléchir à votre question.

Dans cette optique et en ce qui concerne l'analyse de grappes, il me paraît utile de rappeler une réflexion de Sattran : il convient sans doute à partir de la matrice des caractères, du document brut, d'accorder plus d'importance aux caractères présents et à la similarité ou à la ressemblance qui leur accorde une importance judicieuse plutôt qu'aux caractères douteux ou absents sous crainte de créer des analogies fondées sur du vide. Pour être plus concret et sauf cas particuliers, il n'est pas logique, dans les domaines qui nous préoccupent, d'éliminer les cas défavorables quand la liste des possibilités n'est pas exhaustive : la démarche est toujours plus longue et fastidieuse que celle qui consiste à mettre d'abord en évidence les cas favorables et ce pour des résultats a priori identiques ou, pour le moins, peu différents, pour un même ensemble de possibilités. En définitive, le critère est encore pragmatique !

)bservations sur l'influence e l'environnement géomorphologique et climatologique ır la genèse des gîtes d'étain secondaires

L. KROL *

RESUME

On discutera les gîtes d'étain secondaires en donésie, en Malaisie, en Thaïlande et au Brésil.

Etant donné la présence d'une minéralisation étain primaire et le fait que la surface d'éro-n a rencontré la minéralisation primaire, deux cteurs sont d'une importance primordiale, à voir, une morphologie mûre et un climat tro-cal humide. Dans ces conditions, l'altération due x influences chimiques peut l'emporter sur rosion mécanique.

Par suite de cette altération, presque tous les néraux furent dissous, à l'exception des plus sistants, comme la cassitérite et le quartz.

En raison de cette morphologie, les fleuves per-ent une grande partie de leur pouvoir de trans-rter les solides plus grossiers et plus lourds.

Les minéraux lourds furent donc en grande par-relativement enrichis in situ par la dissolution tous les autres minéraux, mais également par nlèvement dans de l'eau de minéraux légers, grain fin, comme, par exemple, l'argile et le ble quartzeux fin.

Le plus souvent il n'est donc pas question de nsport de la cassitérite sur de grandes distances.

En principe, ces gisements d'étain sont rési-els, bien que d'autres processus de concentra-n exogène aient également pu jouer un rôle. rmi ces processus, on relève l'abrasion causée la transgression marine, des phénomènes de rstification et une tectonique récente.

SAMENVATTING

Worden besproken : de secundaire tinafzettingen in Indonesië, Maleisië, Thailand en Brazilië.

Gelet op de primaire tinmineralisering en het feit dat het erosieoppervlak in kontakt is gekomen met de primaire mineralisering zijn twee faktoren van fundamenteel belang, nl. een voltooide morfologie en een vochtig tropisch klimaat. In die omstandigheden kan de scheikundige verwering het winnen van de mechanische erosie.

Bijna alle mineralen werden als gevolg van deze verwering opgelost, de duurzaamste zoals tinerts en kwarts uitgezonderd.

Omwille van deze morfologie waren de stromen voor een groot deel niet meer in staat de grovere en de zwaardere vaste stoffen te vervoeren.

De zware mineralen werden dus grotendeels in situ verrijkt door de oplossing van alle andere mineralen, maar eveneens door het transport in water van fijnkorrelige, lichte mineralen, zoals bijvoorbeeld klei en fijn kwartshoudend zand.

In de meeste gevallen is er dus geen sprake van dat cassiteriet over grote afstanden zou zijn vervoerd.

Deze tinafzettingen zijn in principe residuair alhoewel ook andere processen van exogene concentratie een rol hebben kunnen spelen. Van deze processen worden genoemd de abrasie, die door transgressie van de zee werd veroorzaakt, de karstverschijnselen en een recente tektoniek.

Conseiller à la « Billiton N.V. », Postbus 190, Louis Couperusplein 19, La Haye.

INHALTSANGABE

Thema dieses Aufsatzes sind die sekundären Zinnvorkommen in Indonesien, Malaya, Thailand und Brasilien. Sie gehen auf primäre Zinnvererzungen zurück, bis zu deren Oberfläche die Erosion vorgedrungen ist. Infolgedessen spielen zwei Faktoren eine entscheidende Rolle : die reife Morphologie und das feuchte tropische Klima. Unter diesen Voraussetzungen kann die Verwitterung durch chemische Einwirkung einen stärkeren Einfluß ausüben als die Erosion. Fast sämtliche Mineralien, mit Ausnahme der widerstandsfähigsten wie Zinnstein und Quarz, sind durch die Verwitterung zersetzt worden. Infolge dieser Morphologie sind die Flüsse zum großen Teil nicht mehr imstande, die gröberen und schwereren Feststoffe mitzunehmen. So kommt es, daß man die schweren Mineralien an Ort und Stelle in verhältnismäßig hohem Grade angereichert findet, nicht nur infolge der Auflösung der anderen Minerale, sondern auch dadurch, daß die leichteren und feinkörnigen wie Ton und Quarzsand vom Wasser weggespült worden sind. Nur in Ausnahmefällen wird der Kassiterit über größere Entfernungen weggeschwemmt.

Im wesentlichen handelt es sich bei diesen Zinnvorkommen um residuale Lagerstätten, obwohl auch andere exogene Konzentrationsvorgänge bei ihrer Bildung eine Rolle gespielt haben können, wie Abrasion durch marine Transgression, Verkarstung und jüngste Tektonik.

SUMMARY

Secondary tin deposits in Indonesia, Malays Thailand and Brazil will be discussed.

Postulating the presence of a primary minera zation of tin and the fact that the erosion surfa has encountered this primary mineralization, tw factors are of prime importance, namely, a ri morphology and a humid tropical climate. In the conditions, the alteration due to chemical influe ces may be of greater importance than t mechanical erosion.

As a result of this alteration, nearly all t minerals were dissolved, with the exception of t most resistant, such as cassiterite and quartz.

On account of this morphology, the rivers los good deal of their transporting power of the larg and heavier solids.

The heavy minerals were therefore, for the m part, relatively enriched in situ by the dissolv of all the other minerals, but also by the remo by water of the light, fine-grained minerals, su as clay and fine quartz sand.

In most cases therefore, cassiterite has not be transported over great distances.

Generally speaking, these tin deposits are re dual, though other processes of exogenous co centration may also have an influence. Amo these processes, is that of abrasion caused marine transgression, phenomena of karstificat and recent tectonics.

Je considère comme un grand honneur l'invitation que vous m'avez adressée, en tant que géologue praticien, à donner une conférence à cette réunion d'hommes de métier, ingénieurs des mines et géologues belges.

Je dois vous avouer que ce n'est pas sans quelque inquiétude que je me trouve en votre présence. Surtout, parce que pour la première fois de ma vie, je dois faire une conférence en langue française, langue que j'admire entre toutes à cause de sa beauté d'expression et son harmonie, mais que j'ai appris à craindre pendant les examens auxquels j'ai dû me présenter au lycée.

Je voudrais consacrer mon attention à plusieurs types de gisements d'étain secondaires que j'ai pu étudier au cours de mes trente-deux années d'expérience de géologue spécialisé dans la géologie de l'étain. Toutefois, l'étude de ces gisements ne comprend même pas les minerais d'étain secondaires du Zaïre et du Ruanda.

Je voudrais vous exposer quelque chose sur conditions de concentration favorables, telles j'ai appris à les connaître en Indonésie, en Ma sie et en Thaïlande. Dans tous ces pays et d tous ces gisements dont je vais parler, il y a d facteurs qui ont joué un rôle principal, à sav la climatologie et la géomorphologie. L'altérat dans les zones tropicales humides a joué un r important dans la dissolution chimique de p que tous les minéraux pour ne laisser que les p résistants, tels que le quartz, la cassitérite, monazite, l'ilménite, le zircon, la tantalite, colombite, etc.

La géomorphologie a joué un rôle important ce sens que ce n'est que dans les formes de p sage géomorphologiquement mûres que l'alt tion chimique peut l'emporter sur l'érosion m nique. Les éléments chimiquement dissous s transportés dans l'eau souterraine vers les fleu et la mer. Les fleuves ont perdu leur pouvoir transporter les débris lourds ou grossiers. Ces f ves ne transportent que l'argile et le sable

ans toutes les régions que je vais discuter, de ıx paysages très mûrs et souvent même la éplaine se manifestent. Il se peut que dans régions d'autres facteurs aient également joué rôle, tels que, par exemple, l'abrasion causée une mer transgressive, les phénomènes de viation se produisant dans des calcaires et bablement même une tectonique de failles ente.

INDONESIE

ous avons affaire à une vieille surface terres- (pénéplaine) dont les parties basses, de vieil- vallées formées par des rivières aussi bien que interfluves sont couverts de sédiments du aternaire et probablement même du Tertiaire. es concentrations de cassitérite s'y présentent deux façons, à savoir :

Une concentration de base se trouvant sous les sédiments récents et directement sur le « bedrock » profondément altéré et se composant de granites ou de quartzites, de grès et de schistes argileux, appartenant au paléo-mésozoïque; c'est le « kaksa » des mineurs chinois;

Une concentration interstratifiée dans les sédiments de couverture, rarement de grande importance dans les îles de Billiton et de Singkep, bien que cette concentration revête une grande importance dans l'île de Banka. Par le passé, ce « kaksa » a donné lieu à un grand nombre de controverses parmi les savants. Essentiellement, le « kaksa » est une brèche ou un conglomérat de base se composant de grains quartzeux grossiers et angulaires et de morceaux angulaires de quartz filonien aussi bien que de tous les minéraux résistant à l'altération. Pour la plupart, ces minéraux sont également angulaires et peu arrondis. Quelquefois, on y trouve aussi des concrétions de bauxite et quelques cailloux arrondis de quartz et de tourmalinite, la bauxite provenant de la vieille croûte latéritique, tandis que les derniers proviennent de périodes antérieures d'érosion (fig. 1).

Cette brèche ou ce conglomérat de base se trouve presque partout, mais n'est riche en cassitérite que là où dans le bedrock il y a des minéralisations de cassitérite sous forme de greisen, sous forme de filons de quartz/cassitérite/topaze dans des granites et sous forme de filons de cassitérite/sulfures ou d'une foule de petits filons de quartz/cassitérite dans les sédiments paléo-mésozoïques. Dès lors, la richesse du kaksa est de toute évidence liée à la présence d'une minéralisation stannifère primaire dans le sous-sol.

Les îles de Billiton, Banka et Singkep sont les parties élevées, non-englouties du vieux plateau de la Sonde, pénéplaine datant du Tertiaire.

Comme je l'ai déjà dit, le bedrock est partout profondément altéré. Il s'agit d'*une pénéplaine, à morphologie fort avancée/très mûre, formée dans un climat tropical;* un terrain dans lequel l'érosion chimique l'avait emporté complètement sur l'érosion mécanique et où les fleuves avaient perdu leur pouvoir de transporter des débris grossiers et des minéraux lourds.

Ce fut le docteur J.W.H. Adam, ancien géologue en chef de la Société Billiton, qui, en 1932, expliqua à partir de la climatologie et de la géomorphologie la genèse des gisements de vallée secondaires. Pour cette raison, il considéra ces minerais comme des *dépôts terrestres résiduels,* dépôts, qui, pour ainsi dire, furent formés à la surface. Il a donc repoussé les théories qui étaient basées sur une origine alluviale ou fluviatile. Une définition fut formulée par lui en peu de mots, à savoir :

1) *Concentration résiduelle est érosion sélective.*
2) *Concentration alluviale (fluviatile) est sédimentation sélective.*

Dans le premier cas, les minéraux non résistants furent dissous et transportés en solution, tandis que les restes non dissous pour la plupart légers furent enlevés par de l'eau courante sous forme d'argile et d'élément fins. Les débris plus grossiers et les minéraux résistants lourds ne furent pas ou à peine transportés. *Les concentrations sont résiduelles.*

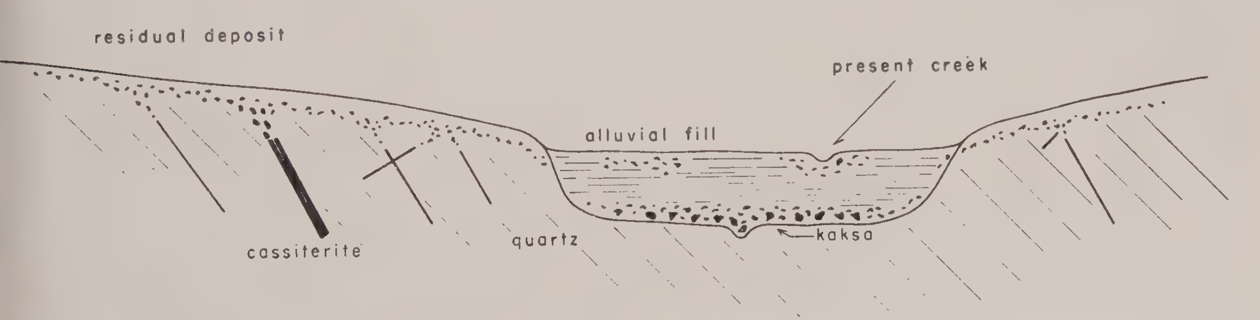


Fig. 1.
Coupe transversale d'une vallée caractéristique de l'île de Billiton, Indonésie.

Dans le second cas, cette dissolution joue un rôle moins important. Les fleuves avaient encore un pouvoir de transport et les minéraux plus grossiers et plus lourds ainsi transportés furent déposés dans des lieux propices. Il était donc bien question de transport par les fleuves et il s'agit donc ici de véritables dépôts alluviaux/fluviatiles.

Les concentrations interstratifiées ne s'expliquent pas si facilement. Probablement, elles tirent leur origine d'éluvions riches en cassitérite qui descendirent par « creep » dans les vallées et puis furent lavées par le fleuve sans pourtant être transportées sur une grande distance.

MALAISIE

Dans ce pays également, les plaines côtières occidentales et orientales fournissent des indications nettes de paysages mûrs et vieux, séparés au milieu par une chaîne de montagnes qui a résisté à l'érosion pendant le Tertiaire et le Quaternaire.

Dans ce pays aussi, l'on constate en de nombreux endroits les mêmes phénomènes de concentration que ceux qui se présentent dans les îles indonésiennes, de sorte qu'il n'est pas nécessaire de les décrire encore une fois. En Malaisie aussi, le « kaksa » constitue la concentration de base. Les concentrations interstratifiées s'y présentent aussi, bien qu'elles ne contribuent à la production d'étain qu'à un degré limité.

En Malaisie également, la minéralisation primaire est constituée par la greisenisation du g
nite; cependant, il se présente un phénom
nouveau sous la forme de granite aplitique mi
ralisé, riche en albite, d'un plus grand nom
de pegmatites contenant de la cassitérite, a
que de petits filons quartzeux de cassitérite/to
maline/topaze dans le granite et dans des sc
tes et des grès paléo-mésozoïques. Cependant,
calcaires vont maintenant jouer un rôle imp
tant dans la formation de gisements d'étain sec
daires et ce sont surtout les gisements de Ki
Valley qu'il y a lieu de discuter.

Il est bien remarquable que des publicati
récentes dans le domaine de la gîtologie co
crent si peu d'attention à cette vallée qui cont
les plus grands gisements d'étain secondaires in
terrompus du monde et qui, sans doute, com
pour elle seule pour une très grande partie d
production mondiale. Depuis Scrivenor, qui y
vaillait pendant les années vingt et trente,
sonne n'a plus fait de synthèse à ce sujet.
sujet de cette vallée, mes observations se ba
sur une dizaine de visites que j'ai faites à q
ques mines se trouvant dans cette région, e
les années 1948 et 1968.

Mais d'abord, quelques données statistiques
Kinta Valley est longue de 60 km, tandis qu
largeur varie entre 5 km et 18 km. Autant
l'on sache à présent, sa production totale
monte à environ 2 M tonnes d'étain métal.

La figure 2 illustre par des coupes vertic
la situation géologique. Nous avons affaire à

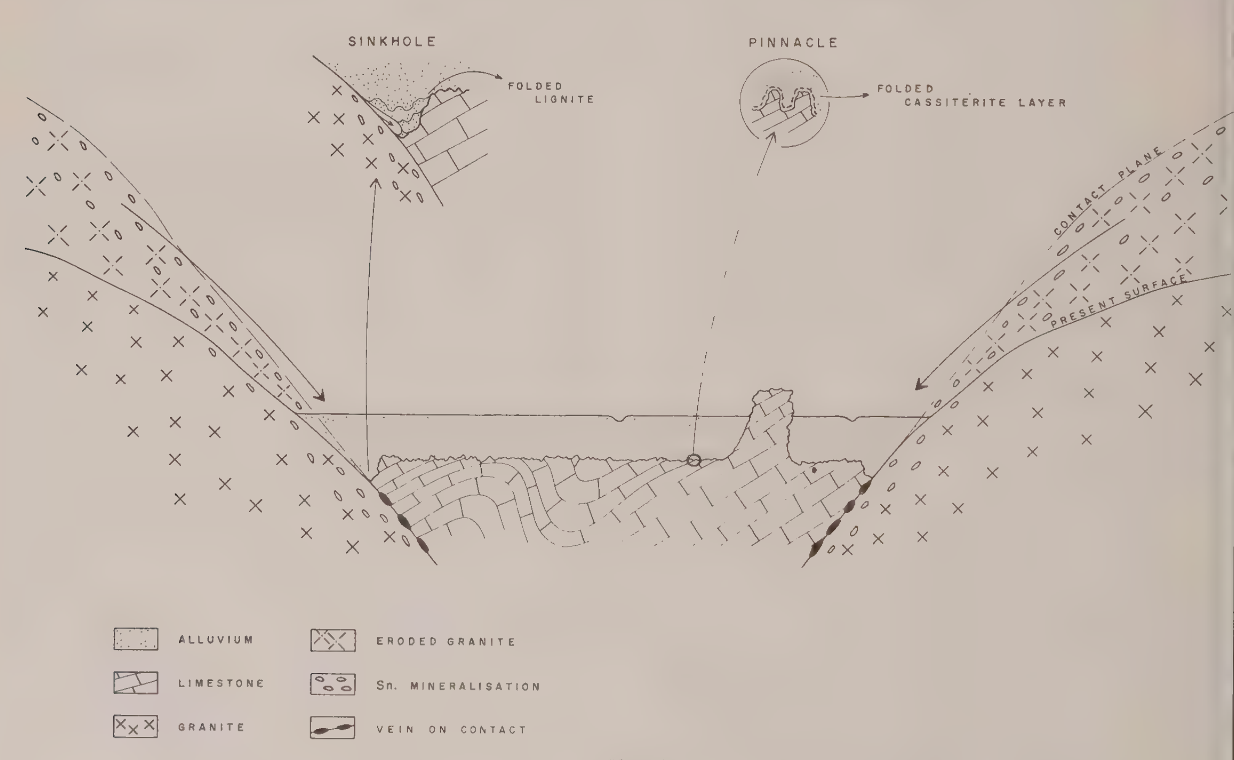


Fig. 2.
Vallée Kinta — Coupe explicative idéalisée.

ée large à fond plat dans laquelle un fleuve, s la mesure où il n'est pas encore canalisé, le lentement vers le sud en décrivant des ındres. Des deux côtés, cette vallée est flan- e de collines granitiques profondément alté- s. En quelques endroits, des schistes paléozoï- s prennent la place du granite. Les alluvions omposent de couches de sable quartzeux gros- alternant avec des argiles et des argiles ırtzeuses. Sous cette alluvion on trouve le plus vent du calcaire affecté de phénomènes karsti- s : dolines, champs de lapiés et structures en uilles.

.e long des côtés de la vallée, contre les gra- s, on trouve des cavités très profondes, eignant parfois des profondeurs de plus de m, dues à la dissolution. Elles sont parallèles bord de la vallée, remplies d'argile et de sable, is aussi de lignite (tourbe) et d'éboulis de nites altérés. Mais où trouvons-nous les con- trations de cassitérite ?

Une concentration dans la partie supérieure altérée des granites sur les pentes dominant le fond de la vallée.

Des concentrations dans plusieurs horizons des sédiments qui remplissent les cavités creusées par la dissolution le long des bords de la vallée. Quelquefois, ceci se manifeste très clairement dans les glissements (éboulements) du granite altéré auxquels j'ai déjà fait allusion. Il faut également relever le fait que les lignites sont, pour ainsi dire, plissées dans ces cavités par suite de l'effondrement inégal.

Enfin, un type de concentration de base (le « kaksa ») sur le bedrock calcaire, en couche d'allure souvent plissée, pour ainsi dire, en épousant les contours des lapiés. Ceci indique que le « kaksa » existait avant que la dissolution ne commence et que, de fait, le pseudo-plissement représente un effondrement ultérieur.

En général, on constate ici également qu'il n'est question de transport sur de grandes distan- pour aucune des trois formes sous laquelle concentrations se présentent. Partout, la plu- t des minéraux lourds concentrés sont en ins anguleux et ne montrent pas signe d'abra- n due au transport.

Ceci se comprend lorsqu'il s'agit des éluvions les pentes granitiques et les concentrations tain dans les cavités dues à la dissolution le g des bords de la vallée.

l est plus difficile d'expliquer la concentration base au centre de la vallée. Le fait est qu'il difficile d'envisager une concentration fluvia- comme étant le seul facteur entrant en jeu. st pour cette raison que je regrette que si peu soit encore connu de l'histoire géologique et géomorphologique de la Kinta Valley (*).

Scrivenor a suggéré pour la Kinta Valley une structure d'effondrement (« graben ») dans laquelle, pendant une certaine période, la mer transgressait, de sorte qu'il se peut que le fond antérieur à la formation du karst ait été une plate-forme d'abrasion et que la concentration de base soit donc une concentration sur cette plate-forme d'abrasion marine.

Quoi qu'il en soit, il y a de nouveau deux facteurs principaux qui ont joué un rôle, à savoir la *climatologie* et la *géomorphologie*. La facilité avec laquelle le calcaire se dissout a joué un rôle supplémentaire dans le processus de concentration.

THAILANDE

En ce qui concerne la Thaïlande, je voudrais me limiter à la côte occidentale, c'est-à-dire à la bande côtière le long du Golfe du Bengale, région qui fournit une partie considérable de la production d'étain du pays.

Ici, nous avons également affaire à une chaîne de montagnes centrale, accusant des formes d'érosion récente, tandis qu'à l'ouest il se trouve une plaine avec des monadnocks formés de schistes et de quartzites appartenant à la série de Phuket, dont l'origine remonte peut-être au Silurien. Dans cette région, la minéralisation primaire est entièrement liée au granite et aux pegmatites qui pénètrent dans la série de Phuket non loin du contact.

Le granite à l'est a été minéralisé sous forme de cassitérite dans une zone marginale aplitique, riche en albite, du granite. Le granite a été complètement altéré jusqu'à une profondeur de plus de 10 mètres. On exploite non seulement les éluvions enrichies mais aussi le granite altéré in situ se trouvant au niveau des crêtes.

La morphologie mûre ainsi que la lixiviation intense se produisant sous les tropiques ont provoqué cette altération profonde. Elle a formé des éluvions riches, mais aussi un enrichissement relatif dans le granite altéré lui-même.

Néanmoins, les concentrations de minerai d'étain dans les alluvions récentes couvrant la série de Phuket stérile sont aussi très importantes. Ici, la cassitérite doit avoir été transportée d'ailleurs.

(*) Après avoir préparé cet exposé j'ai lu un article par R.A. Newell dans le Bulletin no. 4 de la « Geological Society of Malaysia », publié en juin 1971, qui sur la base d'explorations sédimentologiques des alluvions de Kinta Valley arrive à la conclusion que « the placer tin deposits are thus believed to have formed under fluvial conditions ».

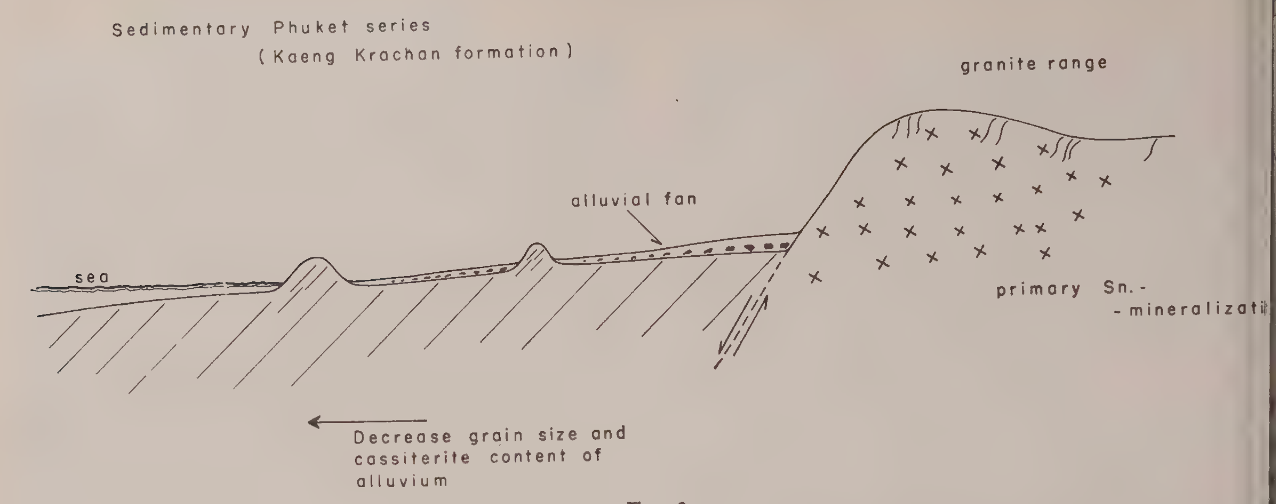


Fig. 3.
Coupe transversale schématique à travers la région de Ranong, Thaïlande occidentale.

Sur le terrain l'on constate l'existence d'une faille récente le long de laquelle le granite s'élève au-dessus de la plaine en pente rapide, le granite dur, pratiquement inaltéré, se trouvant à l'est et le granite profondément altéré sur le côté ouest, au toit de la faille. Dans le granite, l'on distingue encore clairement des valleuses (vallée suspendue). La faille est donc encore très récente et remonte probablement au Pliocène/Pléistocène.

La couche alluviale au pied du granite se compose de gros blocs granitiques et de gros sables quartzeux accompagnés de cassitérite. Vers l'ouest, le nombre de gros blocs et de gros cailloux diminue rapidement, et la même chose s'applique au sable quartzeux et à la cassitérite. Les sédiments deviennent plus argileux. Ici, également, l'on trouve le plus de cassitérite et certainement la plus grosse en dessous du profil alluvial. Ceci se comprend, étant donné qu'après que la faille se fut formée, le paquet de granite altéré, riche en étain, fut enlevé par érosion et déversé sur la pénéplaine côtière (fig. 3).

La genèse est à mon avis fort claire. La région était autrefois une pénéplaine située pratiquement au niveau de la mer. La série de Phuket et le granite intrusif étaient profondément altérés. La cassitérite se concentrait principalement sur et autour du granite minéralisé; elle revêtait alors un caractère nettement résiduel.

La faille récente, qui éleva le granite d'au moins 100 mètres, perturba l'équilibre morphologique. L'érosion mécanique accélérée attaqua l'épaisse couverture détritique et la déversa sur la plaine de la série de Phuket, sur une largeur de quelques kilomètres.

Ici, nous avons donc maintenant affaire à des minerais d'étain transportés par voie fluviatile et sédimentés, ce qui a été rendu possible grâce à des *mouvements tectoniques récents.*

La pénéplaine de la série de Phuket a été inc dée pour la plus grande partie par la mer p gressant vers le sud, probablement à une époq subactuelle. En un seul endroit, le granite mi ralisé était tout juste entamé par la plaine d'é sion de la pénéplaine. La mer transgressive inc une plate-forme d'abrasion dans le granite p fondément altéré et concentra la cassitérite d une formation de base qui fut bientôt recouve de sédiments marins plus jeunes. Cette concent tion de base reste limitée aux zones à sous- granitique et n'a été trouvée que rarement sur série de Phuket.

Ici, nous avons donc de nouveau affaire à u genèse nettement résiduelle à la surface, sui d'une abrasion causée par une transgressi marine.

BIBLIOGRAPHIE

ADAM, J.W.H., 1932-1933.
Kaksa-Genese.
De Mijningenieur van Ned.-Indië, 1932, No. 1933, Nors. 1, 2, 5.

ARANYAKANON, P., 1961.
The cassiterite deposit of Haad Som Pan, Ran Province, Thailand.
Royal Dept. of Mines, Bangkok.
Report of Investigation, No. 4.

GRABERT, H., 1966.
Die neue Zinnerz Provinz Rondônia.
Zeitschr. für Erzbergbau und Metallhüttenw. 19, No pp. 398-399.

INGHAM, F.T., BRADFORD, E.F., 1960.
Geology and Mineral resources of the Kinta Vall Perak.
Federation of Malaya Geological Survey — Dist Memoir, 9.

KROL, G.L., 1960.
Theories on the genesis of « kaksa ».
Geologie en Mijnbouw, 39ste Jaargang, No. 10.

INGGREN, P., 1964.
The tin deposits of Rondônia, Brazil as compared with the Bolivian Tin Mineralization.
Geol. Föreningens i Stockholm Förhandlingar, Vol. 85, pp. 431-435.

WELL, R.A., 1971.
Characteristics of the stanniferous alluvium in the Southern Kinta Valley, West Malaysia.
Geological Society of Malaysia — Bulletin No. 4.

OVEREEM, A.J.A. van
The geology of the cassiterite placers of Billiton (Indonesia).
Geologie en Mijnbouw, 39ste Jaargang, No. 10.

SCRIVENOR, J.B., 1931.
The geology of Malaya.

SCRIVENOR, J.B., 1928.
The Geology of Malayan Ore Deposits.

DISCUSSION

Raucq

ire l'attention sur deux faits observés au Manie- (Zaïre), dans un district stannifère également en forêt équatoriale, et qui se rattachent à ıx qui viennent d'être exposés, sans être exac- nent semblables :

L'existence fréquente, dans des dépôts dits « éluviaux », d'une couche de *gravier roulé* (jusqu'à 2 m) correspondant à des niveaux de haute terrasse, surmontant un colluvium riche, souvent épais de plusieurs mètres, à quartz anguleux et à cassitérite avec formes cristallines : ce colluvium est enrichi pratiquement sur place par départ de substances solubles ou très fines (argileuses et sableuses).

La présence d'un réseau serré de vallées sèches correspondant à des bandes enrichies en cassitérite (« placers »); c'est dû à l'enlèvement des mêmes matériaux par les eaux d'infiltration circulant au-dessus du bedrock pourri (granite ou schiste), mais en place; la cassitérite peut y être légèrement usée (publication de 1949).

Krol

Je vous remercie cordialement d'avoir bien ulu compléter mes observations.

Malheureusement, je ne connais pas les gise- nts de minerai d'étain secondaire en Zaïre.

Dans la littérature technique à ce sujet, je crois oir retrouvé la présence d'une ou de plusieurs ases de pénéplaine.

Ici il s'agit donc de nouveau d'une morphologie ire sous les tropiques, qui créa les circonstan- s favorisant le dégagement des minéraux lourds aboutissant à une concentration résiduelle.

Naturellement, il est possible que grâce à des uvements tectoniques plus récents, il y eût une osion renouvelée, amenant :

- une concentration de cassitérite dans les vallées plus récentes;
- la couverture de colluvium par du gravier roulé provenant d'une phase d'érosion mécanique.

Mais, comme je vous l'ai déjà indiqué, je ne connais pas le Zaïre, ce qui dicte une certaine prudence dans mes conclusions.

J. Snoep

Comment la concentration s'opère-t-elle dans la nouvelle province stannifère de l'Etat de Rondônia (Brésil) ?

G. Krol

Brésil

Nous nous trouvons ici dans le bouclier de l'Anté-Cambrien du Brésil. L'on y constate de nouveau l'existence d'une très vieille pénéplaine. Dans cet Anté-Cambrien figurent des granites intrusifs (âgés de 950.10^6 ans) qui furent également entamés par la surface de la pénéplaine. Parmi ces granites il y a quelques granites stannifères. Nous constatons donc qu'il y a des rapports étroits entre les gisements d'étain secondaires et l'affleurement de ces granites. Ce n'est que très rarement que ces gisements d'étain se trouvent en dehors des contacts des granites.

La toute première impression des vieux géologues de la Billiton n'admettait pas de doute. Une pénéplaine se trouvant dans un climat tropical humide, des gisements secondaires nettement liés à la minéralisation primaire dans ces granites stannifères. La conclusion dès lors s'imposa : une concentration résiduelle ! Et ceci correspondait avec le premier gisement étudié par nous.

Il y avait clairement une concentration de base avec de gros morceaux de quartz, avec beaucoup de cassitérite, toujours anguleuse, et contenant, assez singulièrement, des cristaux de topaze, dont le diamètre atteint jusqu'à 2 à 3 centimètres. Par endroits, la concentration de base se trouvait presque à la surface sous quelques décimètres de sédiments, ces vallées peu accusées se distinguant par une végétation dense. On se serait cru sur la pénéplaine du plateau de la Sonde avant la mise en place des sédiments récents terrestres ou marins. Un examen ultérieur, pourtant, démontra qu'il y avait encore une autre espèce de gisement d'étain secondaire d'une plus grande envergure, mais accusant une sédimentologie tout à fait différente.

Nous avons examiné une vallée relativement étroite où nous trouvâmes un placer riche avec une concentration de base, mais également une concentration interstratifiée. Sur les versants de la vallée on avait fait des forages à faible profondeur, qui montrèrent un exemple d'une terre composée de schistes ou de granite, non stratifiée et altérée in situ. Par conséquent, des éluvions normales avec un peu de cassitérite à grain fin.

La surprise ne se présenta que lorsqu'on fit des travaux préparatoires à l'exploitation en creusant un canal pour détourner les eaux de la rivière. La terre altérée parut avoir un caractère nettement sédimentaire caractérisé par des argiles latéritiques tachetées, peu stratifiées et contenant des lentilles et des couches de gros sables quartzeux et de sables argileux avec une stratification bien marquée. Dans les sables et les argiles quartzeuses on trouvait souvent de riches concentrations de cassitérite (grosse et fine < 3 millimètres). Neanmoins, dans les argiles on trouvait également par endroits de la grosse et de la fi cassitérite. La vallée examinée primitiveme représente donc une incision plus récente dans remblaiement d'une vallée plus vieille et pl large.

Ceci ne serait pas tellement étrange en soi, l'on n'avait pas plus tard relevé le fait qu'en d'a tres endroits cette sorte de dépôt se trouvait au dans des dépressions de la pénéplaine et éga ment dans les interfluves actuels.

En outre, la sédimentologie que j'ai dé signalée, en particulier celle des argiles latéri sées contenant de la cassitérite, était étrange, moins pour nous, géologues de la Société Billit Nous n'avons pas encore d'explication bien clai Probablement, devons-nous envisager *la solifl tion* d'un sol profondément altéré le long de f bles pentes, dans les bas-fonds desquels des co d'eau peu importants et divagants (« braided formèrent les lentilles de sable avec leur conc tration de cassitérite.

.es conceptions métallogéniques nouvelles t leur influence sur la stratégie t la tactique de la prospection minière

de MAGNEE *

RESUME

En matière de production de métaux, la pré-ondérance va de plus en plus à l'exploitation e gisements sédimentaires ou du moins liés à la tratification, aux dépens de celle des gisements e type filonien.

Parallèlement, l'effort de prospection et aussi es recherches métallogéniques qui lui servent de oint de départ, portent de plus en plus sur les isements stratiformes, dont plusieurs types nou-eaux ont été reconnus dans toutes espèces de oches sédimentaires et dans leurs équivalents nétamorphiques. Pour d'autres types, l'interpréta-ion a profondément évolué.

La plupart de ces gisements sont liés à des nilieux sédimentaires formés en bordure de ter-es émergées soumises à l'altération et l'érosion. Certains sont dus à l'émersion temporaire elle-nême. Leur localisation dépend, d'une part, du « stock géochimique » remis en mouvement à la aveur de l'érosion, d'autre part, de l'existence nomentanée de « pièges » comparables aux « stra-igraphic traps » des pétroliers.

La stratégie de la prospection minière consiste lès lors à rechercher, pour chaque époque géolo-gique, les zones côtières favorables, sans exclure es îles et les lacs. Pour les métaux chalcophiles, a précipitation aux dépens de solutions très liluées n'est efficace qu'en milieu réducteur, dont 'existence est liée à la pullulation biologique, 'est-à-dire en gros aux facteurs qui par ailleurs léterminent la formation de pétrole.

Il ne faut donc pas s'étonner de ce qu'il existe,

SAMENVATTING

Inzake ertsproduktie krijgt de ontginning van sedimentaire afzettingen of afzettingen die ten minste met de gelaagdheid verbonden zijn, steeds meer de bovenhand op de ontginning van afzet-tingen van het adertype.

Parallel hiermee hebben de prospektie-inspanning en ook het metallogenetisch onderzoek dat het vertrekpunt ervan is, meer en meer betrekking op de gelaagde afzettingen, waarvan verscheidene nieuwe types werden erkend in allerhande sedimentaire gesteenten en hun metamorfe ekwivalenten. Voor andere types is de interpretatie grondig veranderd.

Het merendeel van deze afzettingen is verbonden met de sedimenten die zich hebben gevormd aan de kust van kontinenten en eilanden die aan verwering en erosie onderhevig zijn. Sommige moeten aan tijdelijke emersies zelf worden toegeschreven. Enerzijds is hun lokalisering afhankelijk van de « geochemische stock » die zich door toedoen van de erosie opnieuw in beweging heeft gezet, anderzijds van het kortstondig bestaan van « vallen » die met de « stratigraphic traps » van de petroleumgeologie kunnen worden vergeleken.

De strategie van de mijnprospektie bestaat dus in het bepalen van de gunstige kustzones voor elk geologisch tijdperk. Voor de sulfieden is de bezinking ten koste van zeer verdunde oplossingen slechts doeltreffend in een reducerende sfeer, waarvan het voorkomen verbonden is met een zeer sterke biologische groei d.w.z. grosso modo met de faktoren die elders de petroleumvorming bepalen.

Professeur à l'Université Libre de Bruxelles, 50, avenue F.D. Roosevelt - 1050 Bruxelles.

à toutes les époques, une coïncidence géographique entre bassins pétroliers et certaines provinces de gisements sulfurés stratiformes, car les deux jalonnent les anciennes ceintures tropicales, tout comme le font les édifices coralliens. Les importants changements de latitude liés à la dérive continentale ont déplacé et morcelé ces ceintures, mais les résultats des méthodes paléomagnétiques et paléoclimatiques permettent maintenant de les reconstituer.

Quant à la tactique de la prospection, elle dérive essentiellement de la nature des pièges considérés, de la minéralogie des gisements et des climats anciens et actuels. C'est ici que le géologue de terrain reprend tous ses droits, car il s'agit non seulement de lever en détail les horizons favorables, mais aussi de reconstituer l'environnement paléogéographique et d'en déduire la situation hydrologique ancienne.

Ce travail nécessaire n'est cependant pas toujours possible, faute d'affleurements. Même s'il est possible, il conduit rarement à des découvertes directes, car la majorité des gisements qui restent à découvrir n'affleurent pas, qu'ils soient « aveugles » ou cachés par des recouvrements discordants.

Mais il conduit à des cartes prévisionnelles, qui circonscrivent les zones où seront appliquées avantageusement les méthodes géochimiques et géophysiques, les premières plus efficaces dans les zones chaudes et tempérées, les autres dans les zones froides.

Le choix de la méthode optimale et de la densité de mesure, la délimitation des périmètres à étudier et finalement l'interprétation des résultats en termes concrets, font aussi partie des responsabilités du géologue de terrain.

Les vieilles régions minières, réputées épuisées, constituent souvent des objectifs intéressants, car elles peuvent contenir des gisements stratiformes dont la nature et la géométrie avaient échappé aux anciens mineurs. Certains horizons peuvent contenir en quantités intéressantes un métal qui n'était pas valorisé ou encore une teneur en métaux considérée à l'époque comme trop basse, ou enfin des minerais présentant des difficultés de traitement métallurgique qui n'étaient pas surmontées.

Het hoeft ons dus niet te verwonderen dat in all tijdperken een geografische samenhang bestaa tussen petroleumbekkens en sommige gelaagde zwavelige afzettingsprovincies want beide bakene de oude tropische gordels af, helemaal zoals d met de koraalkonstrukties het geval is. De belang rijke breedtewijzigingen die verbonden zijn me de kontinentale verschuiving, hebben deze gorde verplaatst en verbrokkeld maar met de uitslage van de paleomagnetische en paleoklimatologisch metodes kunnen ze nu heropgebouwd worden.

Wat de taktiek *van de prospektie betreft, z wordt voornamelijk afgeleid van de aard van d bestudeerde « vallen », van de mineralogie van d afzettingen en van het oude en het huidige kl maat. Hier herneemt de geoloog al zijn rechte want het gaat niet alleen om de gunstige lagen i detail op te tekenen, maar ook om de paleoge grafische omgeving terug op te bouwen en er d oude hydrologische toestand uit af te leiden.*

Dit noodzakelijk werk is echter niet altijd m gelijk omwille van gebrek aan ontsluitingen. Zel indien het mogelijk is, leidt het zelden tot rech streekse ontdekkingen want het merendeel van d nog te ontdekken afzettingen zijn niet zichtba omdat ze « blind » zijn of door discordante ove dekkingen verborgen.

Maar het leidt tot « prognostische » kaarten di de zones omschrijven waar de geochemische e geofysische metodes met voordeel zullen worde toegepast : de eerste doeltreffender in de warm en gematigde zones, de andere in de koude.

De keuze van de optimale metode en van d metingsdichtheid, de afbakening van de te best deren perimeters en uiteindelijk de interpretati van de uitslagen in konkrete termen behoren oo tot de verantwoordelijkheden van de veldgeoloo

De als uitgeput bekend staande oude mij streken vormen vaak interessante doelen want z kunnen gelaagde afzettingen bevatten waarvan d aard en de geometrie eertijds aan de mijnwerke zijn ontsnapt. Sommige lagen kunnen interessan hoeveelheden bevatten van een metaal dat destij geen waarde had, of ook een gehalte metaal d als te laag werd beschouwd, of ten slotte comple ertsen waarvoor de metallurgische behandeling moeilijkheden niet overwonnen waren.

INHALTSANGABE

Was die Metallerzeugung betrifft, bevorzügt man mehr und mehr den Abbau der sedimentäre oder am wenigstens schichtgebundenen Lagerstätten, in Gegensatz zu den Ganglagerstätten.

Man versucht ebenfalls die Prospektion und die metallogenetischen Untersuchungen, die als Ausgangspunkt benutzt werden, auf die schichtkonkor-

SUMMARY

In the domain of ore production, increasir emphasis is given to sedimentary or at least strat bound deposits, at the disadvantage of the vei type ores.

Parallelly, the prospection effort and the met logenetic research on which it is based, bear mo and more on stratiform deposits, several new typ

nten Lagerstätten zurück zu bringen. Mehrere eue Lagerstätten-Typen wurden in verschiedene edimenten und in Ihren metamorfischen Äquivanten erkannt. Die Auffassung der Genese für anern Typen hat sich völlig geändert.

Der grössere Teil dieser Lagerstätten sind in Behung zu den littoralen Sedimenten, gebildet am and des an Verwitterung und Erosion unterorfen Festland. Einige wurden gebildet durch as vorübergehende Auftauchen der Sedimenten. ie Lokalisierung hängt einerseits ab von dem geochemischen Stock » die durch die Erosion in ewegung gebracht wird und anderseits von dem orhandensein von « Fallen » die man mit den stratigraphic traps » der Erdölgeologen vergleihen kann.

Die Strategie der Prospektion besteht seitdem n Auffinden, für jeden geologischen Zeitabhnitt, der günstigen Küstenzonen. Für die chwermetallsulfiden ist die Niederschlagung nur irksam in reduzierende Lösungen. Das Bestehen ieses Mittels steht in Verbindung mit dem biolochen Wuchern d.h. annäherend mit den Fakton die die Erdölformation hervorbringen.

Man soll also sich nicht wundern über die Existnz einer geografischen Übereinstimmung vischen Erdölbecken und bestimmten sulfidhalgen sedimentäre Lagerstätten.

Beiden folgen die alten tropischen Zonen, so ie die korallischen Konstruktionen. Bedeutenden reiteänderungen in Beziehung zu dem Kontinenlverschiebung haben diese Zonen versetzt und rstückelt, aber die Ergebnisse der paläomagnechen und paläoklimatischen Methoden erlauben tzt die Wiederherstellung.

Was die Taktik der Prospektion betrifft, Sie ängt hauptsächlich ab von der Natur der berückchtigen « Fallen », von die Mineralogie der Lagerätten und von der frühereren und jetzigen Kliate.

Hier nimmt der Geolog alle seine Rechte weil s sich nicht nur handelt um die Bestimmung der ünstigen Schichten, aber auch um das Wiederufstellen der paläografischen Umgebung und der lten hydrologischen Lage.

Diese notwendige Arbeit ist nicht immer mögch infolge Ausbissmangels. Wenn es aber doch öglich wäre, gelangt man selten zu direkten Enteckungen weil der grössere Teil der Lagerstätten, ie noch zu finden sind, nicht zu Tage streichen. ie sind « blind » oder verborgen durch diskorante Bedeckungen.

Aber so entstehen Prognostische Karten die die onen ungrenzen wo die geochemischen und geohysischen Methoden vorteilhaft angewendet weren können. Die geochemischen Methoden sind irksamer in wärmeren und gemässigten Klimas nd die geophysischen in den kalten Zonen.

of which have been recognized in all types of sedimentary rocks and their metamorphic equivalents. For other types, the interpretation has deeply changed.

Most of these deposits are linked to coastal sediments. Some are due to temporary emergences within the sedimentary series. Their position depends partly on the « geochemical stock » set in motion again by the erosion, and partly on the momentary existence of « traps » comparable to the « stratigraphic traps » well known in petroleum geology.

The strategy *of mining prospection consists thus in seeking, for each geological period, the favourable coastal zones. As to sulfides, precipitation from very diluted solutions is only efficient in a reducing medium, the existence of which is linked with biological hyperactivity i.e. in general with the factors which also determine the formation of petroleum.*

It is not surprising therefore that, at all periods, there exists a geographical coincidence between petroleum basins and certain provinces of stratiform sulfide deposits, for both are to be found all along the old tropical belts, in the same way as coral formations. The important latitude shifts connected with the continental drift have displaced these belts and cut them up, but the results of paleomagnetic and paleoclimatic methods now enable us to reconstruct them.

The tactics *of prospection derive essentially from the nature of the traps under consideration, the mineralogy of the deposits and the former and present day climates. Here the work of the field geologist is essential : he has not only to survey in detail the favourable horizons, but should also reconstruct the paleogeographic environments and derive the ancient hydrological situation.*

This necessary work however is not always possible, for lack of outcrops. Even if it is possible, it rarely leads to direct discoveries, for the majority of the deposits still to be discovered do not outcrop, either because they are « blind » or because they are hidden by discordant covers.

But it does lead to prognosticative maps, which outline the zones where geochemical and geophysical methods could be profitably applied, the former being more effective in hot and temperate zones, the others in cold zones.

Der Geolog ist auch verantwörtlich für die Wahl der optimalen Methode und des Vermessungsnetzes, für die Bestimmung der Grenze des Arbeitsgebietes und schliesslich für die konkrete Erklärung der Ergebnisse.

Die alten, vollständig ausgebeuteten Bergwerkgebiete bilden oft interessante Ziele, weil Sie manchmal schichtgebundenen Lagerstätten enthalten deren Natur und Geometrie von den alten Bergleuten nicht bemerkt wurden. Bestimmte Horizonte enthalten manchmal bedeutende Mengen eines Metalles, das keine Wert hatte oder ein Metallgehalt das man früher nicht hoch genug schätzte oder endlich Erze die Hüttenaufbereitungsschwierigkeiten gaben, die ehemals nich gelöst wurden.

The selection of the best method, the measurement density, the delineation of the perimeters to be studied and eventually the interpretation of the results in concrete terms are also part of the field geologists responsibility.

Old mining areas, supposedly worked out, are often interesting targets, for they may contain stratiform deposits whose nature and geometry have been overlooked by the old miners. Certain horizons may contain, in considerable quantities, a metal which had no value or was too low grade or else ores presenting metallurgical difficulties which were not solved.

INTRODUCTION

Les métallogénistes passent leur vie à essayer de faire mentir le dicton « Ore is where you find it ».

A cet effet et à grand renfort de méthodes ultra-modernes et de raisonnements savants, ils démontrent que le gisement se trouve bien là où il fallait s'y attendre en vertu de l'environnement géologique : « Ore is where it should be ».

Le malheur est que cette démonstration est faite a posteriori, sauf rares exceptions, et que dès lors les mineurs restent quelque peu sceptiques et les financiers réticents lorsqu'il s'agit de prévisions théoriques. Ils ont beau demander de l'imagination à leurs cadres, ils se défient de celle des géologues.

Par exemple les métallogénistes auront de la peine à décider leurs dirigeants à forer sur des sites qu'ils déclarent favorables, alors qu'il n'existe aucun indice en surface qui soit positif et spécifique. L'esprit de risque calculé, doublé d'une confiance frisant la crédulité, n'est pas très répandu dans la corporation minière.

Ce stade de prudence excessive est depuis longtemps dépassé en matière de prospection pétrolière et le métallogéniste envie donc son équivalent pétrolier et se félicite de ce que les grandes sociétés pétrolières aient décidé de se diversifier dans la direction des matières minérales solides, minerais y compris.

Il serait fastidieux d'énumérer toutes les raisons qui justifient ce déphasage relatif en matièr de prospection pour métaux. La raison principal est sans doute la diversité énorme des gisement métallifères et l'ignorance relative dans laquell nous nous trouvons encore en ce qui concern la genèse de certains types. Les controverses auquelles nous aurons à faire allusion ne contribuent pas à la crédibilité du métallogénist théoricien.

A cette attitude de prudente expectative d responsables financiers, il existe de brillant exceptions : ce sont celles où les leviers de commande sont confiés aux métallogénistes eumêmes. Notre distingué président de séan M. Routhier, concrétise à lui seul cette situati privilégiée.

La prospection minière doit s'appuyer sur l'esemble des connaissances acquises sur les gisments métallifères, ensemble que l'homme peut maîtriser que si ces données descriptives so triées, classées suivant une logique intrinsèque finalement assemblées en ensembles et so ensembles isogénétiques, mais néanmoins bas sur des caractères objectifs. C'est une des tâch essentielles de la métallogénie moderne et point de départ des théories physico-chimiqu portant sur le mécanisme de formation des gisments.

Ces théories explicatives sont encore peu préses, pleines de lacunes et probablement d'erreu

surtout lorsque la nature actuelle ne fournit pas d'exemples accessibles des mécanismes invoqués.

Mais ce n'est pas une raison de croire que la métallogénie soit restée une science conjecturale quant aux causes, seuls les effets étant convenablement décrits.

Dès à présent, comme pour les combustibles, beaucoup de théories sont devenues fiables, universellement admises, et dès lors servent normalement de base à la prospection.

D'autres sont encore dans l'enfance, donc en pleine contestation. Le fait qu'une théorie n'est pas encore bien établie ou reconnue n'empêche d'ailleurs pas qu'elle puisse être utile et serve au moins d'hypothèse de travail. Et si pour un même objet on a le choix entre plusieurs conceptions opposées, la meilleure n'est pas nécessairement celle qui se rapproche le plus de la vérité, mais celle qui donne des angles d'attaque ou fils conducteurs nouveaux pour la prospection. C'est évidemment une attitude qui peut paraître paradoxale, mais qui correspond cependant à la mentalité du prospecteur et de l'ingénieur géologue, pour qui les théories valent ce que valent les résultats pratiques de leur application.

EVOLUTION DES THEORIES METALLOGENIQUES

Les géologues et mineurs qui ont fait leurs études avant 1960 ont été profondément influencés par les théories purement magmatiques, telles que proposées par L. de Launay, complétées par Waldemar Lindgren et poussées à l'extrême par ses disciples. Dans cette conception, les roches ignées intrusives apportent et distribuent les métaux constitutifs des minerais : le mécanisme essentiel est la différenciation magmatique. Les gisements formés par la circulation souterraine d'eaux minéralisées ne seraient eux-mêmes que des termes extrêmes de cette différenciation, quelle que soit la température de formation de ces gisements et leur environnement géologique.

Dans cette optique, le rôle essentiel était joué par les intrusions granitiques : en cristallisant, le granite fournissait des solutions riches en métaux qui allaient finalement se déposer sous forme de filons, éventuellement très loin de la roche intrusive. Il n'était pas nécessaire de faire appel à d'autres apports métallifères et l'environnement ne jouait qu'un rôle de récepteur plus ou moins favorable à la formation de gisements économiques.

A l'exception de la pyrrhotine nickelifère et de la chalcopyrite des roches basiques, tous les gisements sulfurés étaient attribués à l'influence d'intrusions granitiques, même lorsque ceux-ci n'apparaissaient nulle part; il suffisait de supposer qu'ils étaient cachés en profondeur.

Ce granite, veritable deus ex machina, devint une obsession. Il était la clef de la prospection minière, ceci d'autant plus légitimement que l'exploration des contacts granitiques avait conduit à de nombreux succès en ce qui concerne l'étain et les métaux associés.

Comme dans cette conception toute minéralisation sulfurée se fait per ascensum, on dépensa des sommes incroyables en vaines recherches des « racines » des gisements connus, même si ceux-ci étaient franchement stratiformes.

Certains auteurs admettaient cependant que les célèbres Kupferschiefer du Mansfeld, mince horizon très continu de schiste bitumineux riche en sulfures de Cu, Pb, Zn, étaient d'origine sédimentaire. Cela restait une exception, un monstre.

D'autre part, la palingenèse, la granitisation de vastes portions de l'écorce terrestre externe était admise, de sorte qu'il fallait admettre aussi que le stock métallique des roches granitisées pouvait être mobilisé et se retrouver en partie sous forme d'auréole métallifère autour des massifs granitiques. C'était une première forme de la notion de remobilisation, notion qui allait se développer dans la suite.

Ces conceptions théoriques, séduisantes par leur unité, mais maintenant dépassées pour nombre de types de gisements (même filoniens), avaient l'avantage de conduire à une classification très simple et didactique, dans laquelle on parvenait à caser tant bien que mal la presque totalité des gisements, à part les placers, les évaporites et les gisements sédimentaires de fer et de manganèse.

Universellement admise jusque vers 1955, la théorie magmatique s'imposait, à l'Université comme sur le terrain. Il y avait cependant quelques précurseurs qui s'en étaient écartés sur des points précis, pour interpréter autrement un type de gisement déterminé. Par exemple, dès 1931, le Professeur Hans Schneiderhöhn[17] considérait comme sédimentaires les gisements de cuivre du Copperbelt, suivi en 1958 par Anton Gray, le père des géologues de l'Union Minière. Les preuves furent apportées dans la suite par W.G. Garlick et ses associés[12].

Le bon géologue de terrain n'avait d'ailleurs jamais vraiment adopté comme règle de prospection universelle la théorie magmatique, du moins dans sa forme simpliste. Confrontée avec la réalité multiforme, elle est en effet stérilisante pour le géologue, qu'elle dispense de lever une carte géologique détaillée. A juste raison, celui-ci aime suivre des horizons sédimentaires bien choisis, quitte à se désintéresser d'autres formations ne renfermant jamais de minerai.

Comme l'a dit plaisamment le regretté géologue finlandais Vladi Marmo[10], : « le géo-

logue est instinctivement non-magmatiste pendant son travail de prospection sur le terrain, mais il devient magmatiste dès qu'il franchit le seuil d'une salle de cours ou de conférences ». Cette réflexion désabusée date de 1960.

Mais depuis cette date, les idées ont évolué rapidement en ce qui concerne les gisements stratifiés, en même temps que prenait son essor la jeune science de la sédimentologie. Celle-ci vint fournir en abondance les critères permettant d'identifier un sédiment, quelles que soient ses composantes minéralogiques, et ensuite de suivre son évolution diagénétique et sa recristallisation.

C'est ainsi que, l'un après l'autre, plusieurs types importants de gisements stratiformes, qui avaient toujours été considérés comme d'origine magmatique, furent reconnus comme sédimentaires, ou encore volcano-sédimentaires, de moins en ce qui concerne la première concentration. D'autres, spécialement ceux logés systématiquement dans des calcaires et dolomies, présentent des caractères contradictoires du fait qu'ils ont été profondément remaniés, voire déplacés et recristallisés sous l'influence d'eaux circulantes connées, phréatiques ou artésiennes. Inutile de dire qu'à leur sujet nous sommes toujours en pleine controverse, controverse féconde car génératrice de recherches approfondies.

Celles-ci ont déjà donné des résultats très importants du point de vue génétique, notamment grâce à la détermination de la composition isotopique des métaux et métalloïdes associés dans un même minéral et par l'étude des inclusions liquides et gazeuses.

L'évolution des idées ne concerne pas uniquement les gisements stratiformes, mais aussi des gisements franchement épigénétiques, tels certains filons. De plus en plus, on se rend compte que le remplissage des filons formés à basse température n'a rien à voir avec des phénomènes magmatiques. Souvent ces filons ne contiennent que ce que la roche encaissante a perdu par lixiviation, opérant soit en profondeur, soit à la surface du sol, c'est-à-dire dans la zone d'altération oxydante (ou de dissolution dans le cas des calcaires). Ce dernier mécanisme peut conduire lui aussi à la minéralisation en sulfures de Zn et Pb des parties profondes d'un karst, phénomène si bien étudié par le Professeur A.J. Bernard[3]. Dans ce cas, comme dans le cas de certains filons de pechblende et de fluorine, il s'agit essentiellement d'une minéralisation « per descensum ». Dans d'autres cas, le transport se fait par un circuit artésien complet, se terminant par une source thermominérale (continentale ou sous-marine) et comporte dès lors une branche descendante et une branche ascendante, système hydraulique dans lequel le transport horizontal peut devenir prédominant.

Le simple bon sens indique que tous les gisements anciens formés à basse température peuvent subir un métamorphisme intense, pouvant aller jusqu'à la fusion partielle. Naturellement, leur minéralogie en est profondément affectée et ne comporte plus que des minéraux de haute température. Invariablement, dans la littérature ancienne, ils étaient classés comme pneumatolytiques ou pyrométasomatiques, à l'exception de certains gisements de fer et de manganèse, vraiment d'allure trop franchement sédimentaire. Le magmatisme peut être la cause du métamorphisme, mais de là à considérer ces gisements comme un apport granitique, il y a de la marge. Notons en passant que l'on connaît maintenant de véritables placers à éléments roulés, encaissés dans des gneiss et migmatites, en concordance avec la foliation.

Il y a lieu de relever un aspect curieux de cette révolution des idées, qui a forcé pas mal de géologues chevronnés à renoncer à des interprétations « magmatistes » qu'ils avaient longtemps défendues.

Le fait est que les leaders de cette révolution sont essentiellement des géologues formés dans les pays d'Europe occidentale : Routhier et Bernard en France, Schneiderhöhn, Maucher et Amstutz en Allemagne, C.F. Davidson en Angleterre. Il faut ajouter les géologues australiens et ceux de Zambie et d'Afrique du Sud, de même que quelques scandinaves.

Rares sont par contre les géologues américains et russes qui aient abandonné la doctrine magmatique. La situation est inverse en Europe occidentale. Il en résulte une controverse permanente et parfois virulente entre les « magmatistes », en majorité américains, et les « sédimentaristes », en majorité européens. Ces derniers temps, une évolution se marque aux Etats-Unis. C'est ainsi que l'un des derniers fascicules d'Economic Geology, la principale revue américaine en matière de métallogénie, est entièrement consacré à une réinterprétation des immenses gisements stratiformes de zinc du Tennessee. La théorie magmatique est abandonnée en faveur de la « paleoaquifer theory », terme que l'on pourrait traduire par « théorie des paléo-nappes aquifères ».

Ne nous attardons pas davantage à l'aspect théorique des choses et essayons plutôt de dégager l'influence des conceptions nouvelles sur la prospection minière, spécialement en ce qui concerne les gisements liés à des phénomènes sédimentaires et diagénétiques.

INFLUENCE DES CONCEPTIONS METALLOGENIQUES SUR LA STATEGIE ET LA TACTIQUES DE LA PROSPECTION MINIERE

Nous envisagerons la *stratégie* de l'exploration ninière à l'échelle mondiale et dans l'optique l'un groupe minier cherchant à s'assurer de nouvelles ressources minérales et se trouvant donc evant le problème du choix de la région à prospecter.

Actuellement, le premier critère est le régime olitique du pays considéré, sa stabilité, sa législation minière et l'ensemble des conditions socioconomiques.

Les données géologiques et géographiques n'interviennent qu'en deuxième ligne et encore ne ont-elles utilisées, comme le critère précédent, ue pour éliminer les espaces défavorables : rands bassins sédimentaires récents, zones inaccessibles etc...

Je dirais volontiers que le critère suivant est rès voisin du raisonnement qui guidait les participants aux célèbres « gold rush » de Californie u du Klondike : il faut bien constater que, dès u'il se produit une découverte inattendue et nportante, ce succès déclenche aussitôt une ruée e toutes les sociétés minières internationales et es investissements importants en exploration.

Je ne citerai comme exemple qu'un « rush » e ce genre, celui dont la verte Irlande fût le héâtre au cours de la dernière décennie, pendant ue la Mer du Nord subissait l'assaut des pétroiers.

Les deux entreprises furent couronnées de succès, ce qui paraît justifier le principe quelque eu moutonnier du rush : le succès appelle le uccès.

A vrai dire, sous l'angle des données géologiques connues au moment de la prise de décision, es pétroliers avaient infiniment plus de raisons l'aller en Mer du Nord que les miniers en rlande. Autrement dit, avant la première découerte, ni les données géologiques, ni les théories nétallogéniques admises ne désignaient l'Irlande omme un pays riche en Pb, Zn, Cu.

Les métallogénistes ont donc des raisons d'être nodestes et ne peuvent jeter la pierre aux Coneils d'Administration qui préfèrent les régions oisines de gisements déjà connus à des zones où out reste à faire et à découvrir. Les « wilds-cats » rofonds restent une notion pétrolière.

Après tout, ces zones quasi inconnues sont parourues par des géologues appointés par les gouernements ou des organismes internationaux l'aide au développement. De plus les prospecteurs ndividuels, les chercheurs d'or classiques, ont toujours un rôle d'éclaireur à jouer. Enfin, certaines méthodes géophysiques à caractère extensif, spécialement la magnétométrie et la radiométrie aéroportées, sont maintenant considérées, à l'égal de la carte topographique, comme une tâche incombant à la puissance publique. Elles fournissent à elles seules des données suffisantes pour qu'une société privée coure le risque d'implanter des sondages sur des anomalies situées loin de tout gisement connu. Mais cette stratégie géophysique se limite à la recherche de gisements d'uranium et de ceux contenant de la magnétite et/ou de la pyrrhotine.

Cependant, le bilan de la métallogénie n'est pas totalement négatif sous l'angle stratégique. Dans le passé, la notion des provinces métallogéniques associées aux chaînes orogéniques et aux provinces magmatiques a rendu de grands services, spécialement en ce qui concerne les gisements directement associés aux intrusions acides et basiques et à leurs équivalents volcaniques et subvolcaniques.

Dans la mesure où la géologie est connue et que ces connaissances sont matérialisées par des cartes géologiques détaillées, il est possible d'établir des cartes prévisionnelles, à l'exemple de nos confrères russes. Mais elles concernent surtout les gisements magmatiques et sub-volcaniques et n'offrent pas un guide suffisant pour les autres types de gisements, en particulier pour les gisements sédimentaires et plus généralement stratiformes.

Leur formation et leur localisation dépendent de conditions paléogéographiques, paléoclimatologiques et paléohydrologiques assez particulières. L'existence de ces conditions ne peut que rarement être déduite directement des cartes géologiques ou lithologiques, pas plus d'ailleurs que les teneurs géochimiques en métaux des différentes roches communes dont dérivent ces gisements stratiformes. Or, le rôle de ces teneurs est important et souvent déterminant.

Dans un avenir encore lointain, on disposera sans doute de « cartes géochimiques » générales, couvrant de vastes régions.

En attendant, nous disposons déjà d'énormément de données locales. Il faut bien constater qu'elles interviennent peu en matière de choix de la région à prospecter et qu'on ne les considère qu'a posteriori et à l'échelle tactique.

L'intérêt des teneurs en métaux lourds des roches sédimentaires (métamorphisées ou non) tient surtout au fait que la sédementation constitue en elle-même un processus de différenciation plus efficace que la différenciation magmatique.

Faut-il rappeler que beaucoup de « schistes noirs » sont de véritables proto-minerais de

métaux lourds, la teneur de 1 pour 1000 étant souvent atteinte.

La granitisation et le métamorphisme remobilisent cet immense stock de métaux, de même que les circulations d'eau météorique et connée, du moins en ce qui concerne les roches plus ou moins perméables ou devenues perméables par écrasement tectonique. Mais le processus de remobilisation le plus efficace est évidemment l'érosion continentale elle-même.

Il est donc normal que, dans une région comportant deux ou plusieurs formations sédimentaires nettement discordantes l'une sur l'autre (par exemple l'une plissée, l'autre subhorizontale), un back-ground géochimique anormalement élevé en un métal donné « traverse » les discordances, qu'il existe ou non des roches ignées, la contamination faisant tâche d'huile, concept que P. Routhier dénomme « héritage »[16].

Bien entendu, ce seront les premières couches transgressives, donc littorales, qui seront le plus « contaminées ». On peut en citer de nombreux exemples.

Ce qui vaut pour le back-ground géochimique en métaux lourds, vaut aussi pour les gisements qui résultent d'une reconcentration au départ d'un stock géochimique important et cela quel que soit le mécanisme géologique opérant cette deuxième (ou n ième ?) concentration métallogénique.

Les zones littorales correspondant à chaque étage géologique sont donc des objectifs stratégiques privilégiés. Encore faut-il que nos connaissances géologiques suffisent pour les tracer (ce qui n'est que rarement le cas pour le Précambrien).

Plus privilégiés encore, sont les rivages et bassins côtiers, qui étaient situés en zone tropicale aride. On sait qu'ils sont caractérisés par le grand développement des constructions récifales et par la fréquence des bassins évaporitiques. L'existence temporaire de bassins plus ou moins fermés, à faible sédimentation détritique, y est normale (lagons, lacs salés, cours d'eau abandonnés, mangroves etc...).

De telles conditions favorisent la prolifération de microorganismes et, en eau plus ou moins stagnante, se développent des milieux euxiniques, à sédiments sapropéliques. Les bactéries anaérobies, réductrices des sulfates marins, foisonnent. Ce sont les *pièges* qui, particulièrement pour le plomb, le zinc et le cuivre, donnent naissance aux gisements sédimentaires sulfurés. Comme beaucoup de roches mères du pétrole se forment dans les mêmes conditions, il est donc normal de trouver dans les sulfures à la fois des microgouttes de pétrole et de solutions sursalées, de composition très voisine des eaux de gisement du pétrole.

Reste à expliquer l'arrivée accidentelle de métaux en quantités anormalement élevées. Plusieurs mécanismes peuvent jouer, depuis le effluents de zones émergées à back-ground géochimique élevé, jusqu'au volcanisme des flexure bordières et arcs insulaires, en passant par le sources sous-marines.

Les phénomènes littoraux des mers froides peuvent cependant, eux aussi, créer des pièges comparables. Mais dans ce cas les évaporites sont absentes et les vases des eaux stagnantes sont plu tôt argilo-siliceuses que calcaires, mais toujour riches en carbone organique.

RECONSTITUTIONS PALEOGEOGRAPHIQUES ET PALEOCLIMATOLOGIQUES. LA TECTONIQUE DES PLAQUES

Pour traduire ces conceptions en principes d prospection stratégique, il faut évidemment pouvoir reconstituer pour chaque époque, non seul ment les rivages anciens, mais aussi les paléocl mats. Or les anciennes ceintures tropicales o été disloquées et déplacées, en longitude et latitude, par la dérive continentale.

Rappelons que depuis peu d'années la théor mobiliste semble l'avoir emporté sur le fixism et que tant d'arguments convergents confirme maintenant les idées de Wegener, que la « te tonique des plaques » est devenue une doctri solide, qui n'a plus guère d'adversaires[14,20].

Dès lors, il importe d'en tirer des explicatio et des conclusions en ce qui concerne la répar tion mondiale des provinces métallogéniques.

Bornons-nous à la grande dérive *post-triasiqu* celle qui a donné naissance aux contine actuels. C'est la seule qui soit bien connue, grâ notamment aux méthodes d'étude paléomagné ques, paléoclimatiques et géochronologiques.

On sait que les chaînes orogéniques post-tria ques, de même que le volcanisme associé, cara térisent les « bords d'attaque » des continents dérive, c'est-à-dire les rivages continentaux so lesquels s'enfonce lentement l'écorce océanique

Ces chaînes orogéniques récentes, à volcanis pré- et postorogénique, coïncident avec des pr vinces métallogéniques caractéristiques, et so donc des zones stratégiquement favorables point de vue qui nous occupe. Mais cette cons tation n'a rien de nouveau, si ce n'est que mécanisme invoqué, du fait de la refusion en p fondeur d'immenses volumes de roches basal ques, pourrait bien être la cause première minéralisations en question[14].

Chose intéressante, seules les chaînes orogé ques du type cordillère, résultant de l'affron ment d'une plaque océanique et d'une plaque c

nentale (guirlandes d'îles y comprises), sont en minéralisées. Les chaînes résultant d'une colsion « continent contre continent » semblent à eu près stériles (par exemple l'Himalaya).

En raison de ce que nous avons dit des zones imatiques favorables à la formation de certains pes de gisements sédimentaires, c'est la dérive *a latitude* qui revêt une importance particuère(*). Elle est maintenant bien connue en ce ui concerne les périodes géologiques postérieures a Paléozoïque et pas mal de conclusions de aleur *stratégique* dérivent de cette connaissance. achant d'avance pour une formation donnée uels sont les types de gisements qu'il peut espéer, le géologue de terrain peut y adapter ses iéthodes de prospection. A l'échelle *tactique,* ette prévision théorique n'est donc pas sans aleur pratique.

Pour les périodes orogéniques antérieures au ermien, on ne possède pas encore de reconstituons complètes des continents anciens. Mais les onnées paléomagnétiques et paléoclimatiques oncernant les roches paléozoïques et précamriennes s'accumulent rapidement et il est à prévoir qu'à bref délai elles suffiront pour reconstiuer les rivages anciens sans trop de lacunes et ans trop d'erreurs sur la latitude.

Pour faire ressortir l'importance stratégique de elles reconstitutions, il suffit de citer la découerte assez récente de l'énorme gisement de zinc e Pine Point, dans le Nord de l'Alberta. La lende y minéralise un énorme récif-barrière lévonien, qui par ailleurs s'est révélé particulièement riche en pétrole.

ROLE METALLOGENIQUE DES SAUMURES CONCENTREES

Avant de citer quelques types de gisements qui néritent le titre de « nouveaux », je voudrais revenir sur le rôle des *évaporites.* Le regretté géologue écossais, le Prof. C.F. Davidson, a mis en évidence la corrélation spatiale remarquable qui existe, statistiquement parlant, entre les évaporites et les gisements stratiformes de Pb, Zn, Cu [6].

Cette coïncidence est connue depuis longtemps lans des pays « jeunes » comme la *Tunisie,* où existent nombre de percées diapiriques de sel riasique à travers la couverture sédimentaire du Tertiaire. Les minéralisations en PbZn connues lans ces sédiments se trouvent systématiquement à courte distance d'un affleurement de Trias salin.

(*) Rappelons que l'on trouve des évaporites permiennes au Spitzberg. On pourrait donc aussi y trouver des vases calcaires minéralisées du type back-reef, si fréquentes dans le trias calcaire des Alpes.

Cette relation est à rapprocher de deux découvertes sensationnelles relativement récentes : les saumures très minéralisées et chaudes du *Salton Sea* (Golfe de Californie) et celles des « trous profonds » du graben central de la Mer Rouge. Dans ce dernier cas, on est en présence d'un véritable minerai liquide ou du moins pompable. Les vases contiennent jusque 10 % Zn et 4 % Cu.

Dans les deux cas, on se trouve à l'aplomb d'un rift en pleine activité, le long duquel se forme un nouveau fond océanique de nature essentiellement basaltique. On a donc commencé par croire qu'il s'agissait de véritables solutions hydrothermales, d'origine magmatique. Ensuite il a été prouvé à Salton Sea qu'il s'agissait d'eaux météoriques infiltrées, comme dans la plupart des « points chauds » que constituent les champs géothermiques. Dans la Mer Rouge, les saumures constituent un liquide dense qui s'est probablement écoulé suivant la tranchée centrale, du sud vers le nord, en provenance des dômes de sel de l'extrême sud. C'est la série évaporitique disparue qui constitue la source des métaux.

Ce mécanisme, comme d'autres mécanismes expliquant la liaison spatiale *évaporites-gisements sulfurés stratiformes,* est à rapprocher du fait que, par rapport à l'eau normale, la solubilité des sulfures de métaux lourds est multipliée, dans une saumure concentrée, par un facteur de l'ordre de 10 à 100. Il en est de même pour la barytine, associée habituelle de la galène. Les eaux sursalées sont donc spécifiquement des eaux capables de *dissoudre et de transporter* d'importants tonnages de métaux chalcophiles, pourvu que la circulation soit de longue durée.

Pour que cette circulation finisse par former un gisement à son extrémité aval, il faut qu'elle aboutisse à un « piège » la mettant à l'abri d'une dilution par des eaux normales, marines ou continentales.

Beaucoup de ces pièges ressemblent aux « *stratigraphical traps* » de la géologie du pétrole : biseaux sédimentaires, discordances, brèches de talus, récifs, « paléoinsules », etc. D'autres sont des pièges *tectoniques* : failles, diapirs. Toutes ces structures sont des cibles tactiques valables.

Un « piège chimique » de type inattendu est invoqué par J.C. Samama[17] pour expliquer le grand gisement stratiforme de Largentière, où la minéralisation en galène argentifère est légèrement discordante sur la stratification des grès littoraux, eux-mêmes transgressifs sur le massif cristallin des Cévennes. Il a montré que le gisement suit la surface de contact entre l'eau salée et la nappe d'eau douce qui la surmontait, situation hydrologique commune à toutes les côtes formées de roches perméables.

Les *bassins subsidents à évaporites* évoluent normalement par tassement et diagenèse sous couverture de sédiments argileux. Ceux-ci deviennent bientôt imperméables et compacts. L'expulsion de l'eau connée, saturée en sel, ne peut se faire qu'*en bordure* du bassin, à moins qu'une tectoniques *diapirique* perce la couverture. Il en est de même pour les eaux météoriques qui s'infiltrent plus tard et circulent sous l'effet d'un gradient hydraulique créé par un basculement du bassin. Les biseaux terminaux du bassin salifère, de même que les couches discordantes qui les recouvrent, sont donc des objectifs stratégiques intéressants (cfr. Touissit - Bou Beker).

Notons qu'au surplus la réduction des sulfates par les « bactéries du soufre » fournit le H_2S biogénique nécessaire à la formation et la précipitation des sulfures (anhydrites calcitisées).

TYPES NOUVEAUX DE GISEMENTS

Nous ne ferons que mentionner les types de gisements sulfurés stratiformes à dominance de Fe, Cu, Zn, Pb, les uns liés au volcanisme sous-marin, les autres liés à des discordances ou à des couches sédimentaires transgressives sur un socle (par exemple gisements Cu-Co de Zambie-Kantaga).

Ils sont connus et exploités depuis longtemps. Mais les idées au sujet de leur mode de formation ont profondément évolué depuis une quinzaine d'années.

Ils ne constituent pas des « types nouveaux », mais l'évolution des conceptions commande des approches nouvelles pour la stratégie et la tactique d'exploration, comme vient de le montrer le Prof. Bernard pour les minerais massifs pyriteux d'origine volcano-sédimentaire.

Plus franchement nouveaux, sont les gisements sédimentaires de *tungstène*, accompagné ou non d'antimoine ou de mercure, les schistes à « *monazite grise* » et les dépôts karstiques et carapaces à *fluorine et barytine*.

A vrai dire, certains de ces gisements étaient eux aussi connus depuis longtemps, mais attribués à des « accidents », tels que la proximité d'une intrusion magmatique, d'une faille ou d'un filon. Cette conception n'incitait pas à pousser la recherche loin de ces accidents, ni à s'intéresser à des formations sédimentaires peu métamorphiques et dépourvues d'intrusions granitiques.

D'autre part, le rôle métallogénique important joué par le volcanisme sous-marin était généralement méconnu.

Enfin, les minerais sédimentaires interstratifiés dans des sédiments à grain très fin (argiles, silts, vases calcaires) sont eux-mêmes à grain très fin et de ce fait souvent difficiles à identifier sur l[e] terrain. Le fait est que certains sont passés inape[r]çus alors qu'ils affleuraient largement.

Soit dit en passant, la finesse de grain a aus[si] une influence économique défavorable, du fa[it] des difficultés de concentration par voie mécani[-] que.

Tout naturellement, les mêmes types de gis[e]ment ont été trouvés récemment dans des massi[fs] métamorphiques du type paragneiss. Ici la min[é]ralisation est souvent plus visible, mais la diff[i]culté d'établir une stratigraphie et la tectoniqu[e] très complexe ont souvent découragé le géologu[e]. Il y subsiste un beau domaine d'exploration.

1°) Gisements sédimentaires de W, Sb, Hg

Il y a lieu de distinguer deux types.

Le premier, encore peu connu, consiste en fe[r]bérite disséminée dans des schistes noirs précam[-] briens appartenant au Tungsten-belt du Rwand[a] qui se poursuit en Uganda[1]. Il a été d'abo[rd] découvert en Uganda, où la ferbérite forme d[es] nodules, souvent aplatis suivant la stratificatio[n] pouvant dépasser 1 cm de diamètre. Au Rwand[a] on le connaît maintenant en fines disséminatio[ns] dans des schistes noirs et siltites grises associée[s]. Sous cette forme, la ferbérite est quasi invisib[le].

Comme dans les filons de quartz à ferbéri[te] qui se cantonnent dans l'horizon sédimentai[re] tungstifère, le minéral primaire semble toujou[rs] être la scheelite. Celle-ci est presque complèt[e]ment pseudomorphisée par la ferbérite poreu[se] (reinite).

Plus complexe est le deuxième type, connu su[r]tout grâce aux recherches de A. Maucher et [de] ses collaborateurs[11]. L'association W, Sb, Hg e[st] rarement complète, un ou deux de ces méta[ux] manquant généralement.

La minéralisation est intimement associée à d[es] roches volcaniques sous-marines, alternant av[ec] des schistes graphiteux et des quartzites à gra[in] très fin. La scheelite est répartie en très fin[es] strates dans des microquartzites, schistes et tuf[fi]tes. La stibine peut former de petites couch[es] quasi monominérales, mais toujours très fin[e]ment stratifiées. Le cinabre a davantage le cara[c]tère d'une imprégnation dans des quartzites [et] des schistes (*), avec pyrite et parfois mispick[el].

Près de Mittersill, dans le Felberthal (Aut[ri]che), un grand gisement sédimentaire de sche[e]lite a été reconnu et va être mis en exploitatio[n].

Les gisements identifiés jusqu'à présent [se] situent dans les noyaux paléozoïques de la chaî[ne] alpine, en Autriche et en Turquie. En Autrich[e]

(*) Le célèbre gisement d'Almaden semble bien apparte[nir] à ce type.

sont associés à l'épisode de volcanisme sous-rin situé vers le milieu du Silurien. Cet hori-n très continu, d'âge probablement Ashgillien, ste également en Belgique et en Angleterre.

A noter que ce type de gisement de scheelite a découvert dans le Paléozoïque inférieur de la rdaigne.

Les mêmes gisements sédimentaires de scheelite nt maintenant connus dans des paragneiss déri-nt du métamorphisme régional de séries vol-no-sédimentaires.

La première description complète d'un portant gisement métamorphique est due à Urban[21]. Il se situe dans le sud de la Nor-ge, dans l'Örsdalen (Rogaland). La minéralisa-n en scheelite recristallisée est confinée à un rizon continu d'amphibolite contenant du gra-ite. La scheelite est en petite partie transfor-e en ferbérite et accompagnée d'un peu de lybdénite.

D'autres gîtes de ce type ont été signalés dans s gneiss à silicates calciques du Colorado et du yoming, ainsi que dans le massif cristallophyl-n du Tanneron et celui des Cévennes méridio-les[16].

Ces découvertes remettent en question l'origine s importantes minéralisations en scheelite gées dans des tactites (skarns) et largement ploitées (Corée, King Island, etc.).

Gisements sédimentaires de « monazite grise »

Depuis longtemps on exploite au Kivu, comme compagnateur de la cassitérite alluviale, une nazite spéciale qui se présente sous forme de tites lentilles grises ayant l'aspect et la struc-re de micronodules aplatis. Leur structure et lignement régulier de leurs inclusions suggé-ient une origine sédimentaire[7], mais les gise-ents en place n'avaient pas été trouvés.

Cette monazite est très pauvre en thorium, mais r contre, relativement riche en europium (jus-e 0,4 % Eu_2O_3), de sorte qu'elle a connu un gain d'intérêt.

En Sibérie, les géologues russes ont découvert gisement en place, dans des schistes noirs. Les ologues du B.R.G.M. avaient eux aussi signalé fréquence de la monazite grise dans les allu-ons du Massif Armoricain[5]. Récemment, ils ont ouvé des gîtes *en place* dans des schistes de Ordovicien et du Carbonifère. La nature sédi-entaire de ces concentrations de terres rares raît incontestable.

L'europium est un « métal nouveau » typique, ur lequel la « vieille Europe représente un amp d'action aussi vierge que les pays neufs » . Bertraneu).

Ajoutons que ce type de monazite vient d'être gnalé dans divers autres pays.

3°) Gisements karstiques et carapaces à fluorine et barytine

Différents types de gisements sont directement liés aux surfaces de discordance.

Les mieux connus sont probablement ceux logés dans des paléokarsts, grâce surtout aux recherches de A.J. Bernard[3] et de P. Zuffardi[13].

Nous nous contenterons de décrire très briève-ment ceux découverts par D. Soulé de Lafont[24] en bordure et sur le massif essentiellement grani-tique du Morvan, extrémité septentrionale du Massif Central.

Suivant le contact du Lias transgressif et sur des kilomètres de distance, affleure une roche blanchâtre à grain grossier, dure et résistante à l'érosion. Elle est formée par une association de fluorine blanche, barytine, quartz et calcite. Dans certaines plages, la teneur en fluorine dépasse 50 %. La barytine est accompagnée d'un peu de galène.

Le terme « carapace » est justifié par sa résis-tance à l'érosion et le fait que, dans de larges zones, elle constitue la couverture conservée du grand dôme paléozoïque du Morvan.

Les réserves se chiffrent en millions de tonnes de minerai à bonne teneur en fluorine et exploi-tables à ciel ouvert.

Le mode de gisement et la structure massive, géodique et non stratifiée du minerai suggèrent une analogie avec certains gisements résiduels. Signalons qu'un gisement de barytine géodique et ferrugineuse recouvre localement le granite de Boma (Zaïre) en bordure du recouvrement côtier daté du Crétacé. Il est vraisemblable qu'il s'agit d'un résidu de dissolution d'évaporites.

L'origine des importants gisements du Morvan reste cependant assez mystérieuse.

BIBLIOGRAPHIE

1. ADERCA, B. et de MAGNEE, I. : Contribution à la connaissance du tungstenbelt ruandais. **Ac. Roy. Sc. Outremer,** Mém. Nlle. série, t. XI, fasc. 7, 1960.
2. AMSTUTZ, G.C. : Remobilization — Facts and fancy. In « Remobilization of ores minerals ». P. ZUFFARDI éd. Cagliari, 322 p., 1969.
3. BERNARD, A.J. : Metallogenic processes of intra-karstic sedimentation, in « Ores in Sediments ». **S.G.A. Symposium,** Heidelberg 1971.
4. BRONGERSMA-SANDERS, M. : On the geographical Association of Strata-Bound Ore Deposits with Evaporites. **Mineralium Deposita 3,** 286-291, 1968.
5. CHAURIS, L. et GUIGUES, J. : Gîtes minéraux de la France. Vol. 1, Massif Armoricain. **Mém. du B.R.G.M.,** no. 74, 1969.

6. DAVIDSON, C.F. : A possible mode of origin of strata-bound copper ores. **Economic Geology, 60,** 942-954, 1965.
7. de MAGNEE, I. : L'avenir du thorium congolais. **Bull. Ac. Roy. Sc. d'Outremer.** t. IV, **2,** 457-474, 1958.
8. GRAY, A. : The future of mineral exploration. **Bull. Inst. Min. Metall., 68,** 23-34, 1958.
9. HONNOREZ, J. : La formation actuelle d'un gisement sous-marin de sulfures fumerolliens à Vulcano (mer Tyrrhénienne). Partie I. Les minéraux sulfurés des tufs immergés à faible profondeur. **Mineralium Deposita,** Vol. 4, No. 2, 1969.
10. MARMO, V. : On the origin of ores. **N. Jb. Miner. Abh., 94,** 77-89, 1960.
11. MAUCHER, A. : Die Antimon — Wolfram — Quecksilber Formation und ihre Beziehungen zu Magmatismus und Geotektonik. **Freiberger Forschungshefte.** C. 186, 173-188, Leipzig 1965.
12. MENDELSOHN, F., GARLICK, W.G. et al. : The Geology of the Northern Rhodesian Copperbelt. **Ed. Macdonald,** London, 1961.
13. PADALINO, G., PRETTI, S., TAMBURRINI, D., TOCCO, S., VIOLO, M., ZUFFARDI, P. : Ore formations in karsts. Examples from Sardinia — in « Ores in Sediments ». **S.G.A. Symposium.** Heidelberg, 1971.
14. PETRASCHECK, W.E. : Kontinentalverschiebung und Erzprovinzen. **Mineralium Deposita,** Vol. 3, 56-65, 1968.
15. RAMDOHR, P. : Uber Metamorphose und sekundäre Mobilisierung. **Geol. Rundschau, 42,** 11-19, 1953.
16. ROUTHIER, P. : Quelques grands concepts de métallogénie : familiarité, héritage, etc... illustrés p des exemples. **Bull. de l'Ac. Roy. Sc. d'Outrem 3,** 573-605, 1971.
17. SAMAMA, J.C. : Contrôle et modèle génétique minéralisations en galène de type « Red-beds » Gisement de Largentière, Ardèche, France. **Minerali Deposita,** Vol. **3,** 261-271, 1968.
18. SCHNEIDERHÖHN, H. : Mineralische Bodenschä im südlichen Afrika. **NEM Verlag,** Berlin, 1931.
19. SCHNEIDERHÖHN, H. : Die Erzlagerstätten Metamorphen Abfolge. In : **Erzlagerstätten.** Jen Fischer, 1962.
20. SCHUILING, R.D. : Tin belts on the Continents aro the Atlantic Ocean. **Economic Geology, 62,** 540- 1967.
21. URBAN, H. : Zur Kenntnis der Schichtgebunde Wolfram. Molybdän — Vererzung im Örsd (Rogaland), Norwegen. **Mineralium Deposita,** Vol No. 3, 177, 1971.
22. VOKES, F.M. : Some aspects of the regional m morphic mobilization of preexisting sulphide depo **Mineralium Deposita,** Vol. 6, no. 2, 122-129, 1
23. DEGENS, E.T., ROSS, D.A. : Hot brines and re heavy metal deposits in the Red Sea. **Ed. Sprin** 1969.
24. D. SOULE DE LAFONT : Les gîtes de fluorine s tiformes de la bordure nord du Morvan. **Chron des Mines et de la Recherche Minière. 35,** n° 85-108, 1967.

DISCUSSION

A. Bernard

Il est de plus en plus admis que les granites intrusifs contiennent un certain pourcentage d'eau qu'on ne retrouve pas (ou que partiellement) dans les roches consolidées : il est donc quasi certain qu'une libération d'eau magmatique accompagnera le refroidissement de la roche éruptive et qu'elle doit s'accompagner de minéralisations (départ acide, par exemple). Cette remarque m'amène à déclarer que le fait d'être étiqueté comme « sédimentariste » n'entraîne aucune exclusion de ma part quant à l'existence de gisements filoniens hydrothermaux péribatholitiques ou, plus généralement, de circulations hydrothermales là où des gradients de température suffisamment grands et pérennes déterminent des circulations aquifères convectives.

I. de Magnée

Je pense que je me suis mal fait comprendre. Comme le Prof. Bernard, j'admets le rôle métallogénique important des solutions hydrothermales provenant de magmas se différenciant et cristallisant en profondeur.

Mais mon propos ne concernait que les gisements stratiformes formés à basse température, que les anciens auteurs attribuaient égalemen l'action d'intrusions magmatiques lointaines (g ments « télé-magmatiques »).

Lorsque de tels gisements n'ont pas subi métamorphisme intense, ils conservent des ca tères sédimentaires suffisamment nets pour q ne puisse les confondre avec des dépôts hy thermaux, surtout s'ils sont logés dans des ro sédimentaires à grain fin et quasi imperméab

Mais lorsqu'ils ont recristallisé sous l'influe d'un métamorphisme thermique intense, la co sion devient possible, spécialement dans l'aur des granites. Effectivement, de nombreux g ments interstratifiés dans des gneiss, micaschi et amphibolites ont été considérés comme m matiques simplement parce qu'ils ont une m ralogie de haute température[22]. Même d'anc placers ont été considérés comme magmatiqu

A. Safiannikoff

1) *Monazite lenticulaire.*

Ce minéral a été rencontré au Sud Kiv Twangitza, dans un schiste noir métamorphi au voisinage immédiat des albitites intrusives. dernières affleurent suivant l'axe d'un antic en affectant la forme de croissants; leur

nde épaisseur se trouve dans l'axe de l'anticli-. Néanmoins certaines albitites recoupent les hes encaissantes. Les albitites sont constituées tout par de l'albite avec environ 25 % de car-nates, soit de l'ankérite et de la calcite. La sence de la monazite a été décelée à l'aide n scintillomètre. La monazite lenticulaire de leur grise se rencontre par endroits dans le iste fracturé et les teneurs de ce minéral tom-nt rapidement en s'éloigant du contact avec bitite. L'albitite elle-même renferme régulière-nt de la monazite, mais sous la forme habi-lle de couleur jaune cireuse. Visiblement, il t produit une migration de la monazite vers roches encaissantes, qui sont le schiste et le artzite. Dans le quartzite, la monazite reste me comme dans les albitites. La même migra-n s'observe pour les sulfures très abondants 1s les albitites et qui migrent dans les roches aissantes, dans les zones fracturées. L'exemple Twangitza démontre que la monazite lenticu-re, au moins dans cette région, est sans aucun ite d'origine intrusive.

Je signale aussi la présence assez fréquente de monazite jaune dans les filons quartzeux à lfram et cuivre et dans les filons aurifères.

2) Sans contester l'existence des gisements sul-eux autres que magmatiques, je pense qu'il ne it pas tomber dans l'excès contraire, car les ements à sulfures et autres minéraux peuvent e liés incontestablement à des intrusions grani-ques. De multiples exemples peuvent être don-s sur l'existence de tels gisements au Sud Kivu, is le plus typique est le gisement de Nzombe, nnu d'illeurs par M. de Magnée, et qui repré-nte un gros filon de plusieurs centaines de ètres de longueur et de 5 mètres de puissance moyenne. Ce filon qui affleure au milieu d'un anite, a été exploité pour la cassitérite, mais réalité la proportion des divers autres miné-raux y était de loin plus importante. Les princi-paux de ces minéraux sont la pyrite, le mispickel, la chalcopyrite, la sidérose, la calcite, etc. Ces minéraux ont été déposés postérieurement à la cassitérite.

Le premier minéral déposé en abondance, et avant la cassitérite, était la tourmaline.

I. de Magnée

1) Je remercie M. Safiannikoff pour son inté-ressante communication sur la « monazite grise » qu'il a trouvée en place dans les schistes noirs du gisement aurifère de Twangitza. N'ayant pas visité ce gisement, je ne puis discuter son inter-prétation. Le rôle des « albitites » est d'autant plus difficile à éclaircir que l'on n'est pas fixé sur la nature et l'origine de ces roches hybrides (intrusives, volcaniques, sédimentaires ?).

A mon avis, la question reste ouverte et il y a lieu de comparer les gisements primaires de monazite grise trouvés en Sibérie, en Bretagne et au Kivu. Je ne crois pas que ceux de Bretagne puissent être attribués à des intrusions ou autres phénomènes magmatiques. Il paraît invraisembla-ble qu'un faciès aussi spécial de monazite, tou-jours lié à des schistes carbonés, puisse avoir deux origines radicalement différentes.

2) Le grand filon de Nzombe appartient incon-testablement au type classique des filons hypother-maux quartzeux et stannifères, liés aux intru-sions granitiques, type si fréquent au Zaïre. Les sulfures mentionnés par M. Safiannikoff ont été rencontrés dans de nombreux filons stannifères de l'Afrique centrale. Mais la présence à Nzombe, dans le remplissage filonien, d'une assez forte pro-portion de carbonates est un caractère exception-nel qu'il était intéressant de signaler. La forma-tion de carbonates ferrifères est plus commune pour les filons de quartz aurifères, ces carbona-tes se développant surtout dans les épontes.

ɜs domaines d'application de deux propriétés des minéraux : ıbsorbance dans le spectre visible et la thermoluminescence

BEUGNIES *

RESUME

L'absorbance des minéraux dans le spectre visible

Après un rappel des divers mécanismes d'ab- ption lumineuse dans les minéraux, on définit absorptions sélective et métallique et les gran- ırs qui permettent d'en mesurer les effets : ıdice d'extinction, le coefficient d'absorption absorbance et la biabsorbance. L'absorption ective dans les milieux peu absorbants inté- se tous les minéraux colorés ou pléochroïques conduit à des méthodes d'identification ide : exemples des grenats, des actinotes et des otites. Pour les milieux très absorbants, l'ab- ption sélective peut être exploitée avec succès diascopie dans le proche infrarouge : exem- s des wolframites, des columbo-tantalites et du mant. Les minéraux à absorption métallique uvent être étudiés en réflexion oblique par une hnique ellipsométrique qui permet d'en mesu- les indices de réfraction et d'extinction : emples des chromites et des arsénosulfures.

La thermoluminescence des minéraux

Après un rappel des bases théoriques qui per- ttent d'expliquer les phénomènes de lumi- scence cristalline en général et de thermolumi- scence en particulier, on précise la méthode de tection et d'enregistrement utilisée puis on sse en revue les facteurs physico-chimiques sus- tibles d'influencer les courbes de thermolumi- scence naturelle et artificielle d'un minéral nné : les potentiels chimiques de cristallisation,

SAMENVATTING

1. Het opslorpingsvermogen van de mineralen in het zichtbaar spectrum

Nadat de verschillende mechanismen van licht-opslorping bij de mineralen in herinnering werden gebracht, volgt een beschrijving van de selektie- en metaalabsorptie en van de grootheden waarmee de uitwerking kan worden gemeten : de dempingsindex, de opslorpingskoëfficiënt of het opslorpingsvermogen en de biabsorptie. De selektie-opslorping in de weinig opslorpende milieus belangt alle gekleurde of pleochroïstische mineralen aan en leidt tot snelle identificeringsmetodes; als voorbeeld : granaat, tremoliet en biotiet. Voor de zeer absorberende milieus kan de selektie-opslorping suksesrijk aangewend worden bij de diaskopie in het nabije infrarood; als voorbeelden : wolframiet, columbotantaliet en diamant. De mineralen met metaalopslorping kunnen in een schuine weerkaatsing met een ellipsometrische techniek worden bestudeerd waarmee de brekings- en dempingsindexen kunnen worden gemeten; als voorbeelden : chromiet en arsenosulfide.

2. De termoluminescentie van de mineralen

Eerst wordt herinnerd aan de teoretische grondslagen waarmee de verschijnselen van kristallijne luminescentie in het algemeen en van termoluminescentie in het bijzonder kunnen worden verklaard; dan volgt een nauwkeurige beschrijving van de aangewende opsporings- en registreringsmetode, waarna een overzicht wordt gegeven van de fysicochemische faktoren die de krommen van de natuurlijke en kunstmatige termoluminescen-

Professeur à la Faculté Polytechnique de Mons, 9, rue de Houdain, 7000 Mons.

la température, la pression et les irradiations en provenance d'une source radioactive. L'incidence des potentiels de cristallisation conduit à une méthode d'identification des faciès : applications en pétrographie, en stratigraphie, en océanographie et en prospection (logs en séries calcaires tabulaires). L'incidence de la température conduit à la mise au point d'une méthode de thermométrie géologique : applications aux zones métamorphiques et aux zones minéralisées. Les effets de la radioactivité naturelle ou artificielle illustrés par la courbe de saturation de thermoluminescence permettent des applications intéressantes dans deux domaines différents : la dosimétrie des énergies radioactives reçues et la mesure des âges absolus (datation des poteries en archéologie et des granites en géologie).

tie van een gegeven mineraal zouden kunn beïnvloeden : de scheikundige kristalliseringsp tentialen, de temperatuur, de druk en de best lingen door een radio-aktieve bron. De invlo van de kristalliseringspotentialen leidt tot e identificeringsmetode van de faciës : toepassing in de petrografie, in de stratigrafie, in de ocean grafie en in de prospektie (reeksen optekend grammen van tafelkalksteen). De invloed van temperatuur leidt tot de uitwerking van een ge logische termometriemetode : toepassingen in metamorfische en in de gemineraliseerde zon De werking van de natuurlijke of kunstmat radio-aktiviteit die door de kromme van termo miniscentieverzadiging wordt geïllustreerd, maa in twee verschillende domeinen interessante t passingen mogelijk : de dosimetrie van de op nomen radio-aktieve energie en de meting van absolute ouderdom (datering van het aardew in de archeologie en van het graniet in geologie).

INHALTSANGABE

1. Die Absorptionskapazität der Mineralien im kontinuierlichen Spektrum

Nachdem noch einmal auf die verschiedenen Mechanismen der Lichtabsorption bei den Mineralien eingegangen worden ist, wurden die selektiven und metallischen Absorptionen und die Meßgrößen, die deren Wirkung zu messen ermöglichen, definiert : Extinktionsindex, Absorptionskoeffizient oder Absorptionskapazität und doppelte Absorptionskapazität. Die selektive Absorption bei schwach absorbierenden Medien betrifft alle bunten oder pleochroischen Mineralien und ermöglicht Methoden zur schnellen Identifikation; Beispiele dafür sind die Granate, die Stralite und die Biotite. Bei stark absorbierenden Medien kann die selektive Absorption in der Diaskopie erfolgreich in dem Rot nahen Ultrarot-Bereich ausgenutzt werden; Beispiele dafür sind die Wolframite, die Kolumbium-Tantalite und der Diamant. Die Mineralien mit metallischer Absorption können mittels Schrägspiegelung unter Anwendung einer ellipsometrischen Technik untersucht werden, welche es ermöglicht, ihren Brechungsindex und ihren Extinktionsindex zu messen; Beispiele dafür sind die Chromite und die Arsensulfide.

2. Die Wärmestrahlung der Mineralien

Nachdem die theoretischen Grundlagen, durch die sich die Phänomene der Kristallumineszenz im allgemeinen und die der Wärmestrahlung im besonderen erklären lassen, in Erinnerung gerufen worden sind, wurde die angewandte Dedektions-

SUMMARY

1. The absorbance of minerals in the visible sp trum

After a brief reminder of the various mec nisms of luminous absorption in minerals, definition is given of the selective and meta absorptions and the dimensions whereby the eff can be measured : extinction index, coefficient absorption or absorbance and biabsorbance. T selective absorbance in only slightly absorb media concerns all the coloured or pleochroic i nerals and leads to methods of rapid identifi tion : for example garnets, actinolites and bioti In very absorbant media, the selective absorpt may be successfully exploited by diascopy in near infrared : e.g. wolframites, columbo - t talites and diamond. The metallic absorption nerals may be studied in oblique reflection an ellipsometric technique which makes it p sible to measure the refraction and extinction dices : e.g. chromites and arseno-sulphurs.

2. The thermoluminescence of minerals

After recalling the theoretical bases for plaining the phenomena of cristalline luminesc ce in general and thermoluminescence in pa cular, details are given of the method detection and recording and after that is a

d Aufzeichnungsmethode erläutert; daran anhließend wurden die physikalisch-chemischen ıktoren aufgezählt, die die Kurven der natürhen und der künstlichen Wärmestrahlung eines gebenen Minerals beeinflussen können : die cheischen Kristallisationspotentiale, die Temperar, der Druck und die Überstrahlungen radioaktir Art. Die Wirkungsweise der Kristallisationsotentiale führt zu einer Identifikationsmethode r Gesteinsstrukturen : Anwendungen in der Geeinskunde, der Formationskunde, der Beschreiıng der Meere und in der Bodenforschung (synotische dekandische Logarithmenreihe für Kalkstein). Die Wirkungsweise der Temperatur führt r Adaptation einer Methode zur geologischen ärmemessung : Anwendungen in metamorphen d vererzten Zonen. Die Wirkungen der natürhen oder künstlichen Radioaktivität, dargellt durch die Sättigungskurve der Wärmeahlung, ermöglichen interessante Anwendungen f zwei verschiedenen Gebieten : Messung der fgefangenen radioaktiven Energie mittels Dosieter und exakte Bestimmung des Alters (Datieng von Töpferwaren in der Archäologie und n Graniten in der Geologie).

view of the physico-chemical factors likely to influence the natural and artificial luminescence curves of a given mineral : the chemical potentialities of cristallization, temperature, pressure and radiations from a radio-active source. The influence of the cristallization potentialities leads to a method of identification of the facies : applications in petrography, stratigraphy, oceanography and prospection (logs in tabular calcareous series). The influence of the temperature leads to the development of a method of geological thermometry : applications to metamorphic zones and mineralized zones. The effects of natural or artificial radio-activity illustrated by the curve of saturation of thermoluminescence permit interesting applications in two different fields : the dosimetry of radio-active energies received and the measurement of absolute ages (the dating of pottery in archeology and of granites in geology).

Le choix du sujet de notre propos axé sur les opriétés d'absorption aux radiations visibles et thermoluminescence des minéraux, relève de usieurs raisons, à savoir :

- le coût relativement peu élevé (environ 300.000 FB) des appareils nécessaires à leur exploitation;
- les bases théoriques très différentes, l'absorption s'appuyant sur la théorie classique de l'optique cristalline connue de longue date, la thermoluminescence encore imparfaitement expliquée de nos jours et faisant appel à la mécanique ondulatoire;
- les connaissances pratiques acquises dans les deux domaines au terme de plusieurs années de recherches consacrées à leur étude dans le laboratoire de Minéralogie de la Faculté polytechnique de Mons.

L'ABSORBANCE DES MINERAUX DANS LE SPECTRE VISIBLE

L'absorption de la lumière par un milieu quelnque obéit à une loi de la forme

$$a = a_0 \, e^{-\beta s} \qquad (1)$$

ı a_0 représente l'amplitude de l'onde incidente, à l'amplitude de l'onde ayant traversé une épaisseur s du milieu considéré dont l'absorbance mesurée par le coefficient d'absorption β (en mm^{-1}) est elle-même fonction de la longueur d'onde λ de la radiation lumineuse d'après la relation

$$\beta = \frac{2\pi k}{\lambda} \qquad (2)$$

où k désigne l'indice d'extinction du milieu, nombre sans dimension susceptible de varier avec la longueur d'onde.

Le mécanisme de l'absorption diffère selon que le milieu absorbant est ou n'est pas électriquement conducteur. Dans les milieux non conducteurs, la perte d'énergie lumineuse correspond à une *absorption sélective* provoquée par un phénomène de résonnance entre les vibrations propres des charges oscillantes et les vibrations lumineuses. En pareil cas, la fonction

$$k = f(\lambda) \qquad (3)$$

passe par un maximum dans une bande d'absorption centrée sur la longueur d'onde propre λ_0 des charges oscillantes. Un minéral absorbant dans le spectre visible se caractérise par une bande d'absorption située, soit au voisinage du spectre visi-

ble (cas des minéraux colorés et pléochroïques), soit dans le spectre visible (cas des minéraux plus ou moins opaques aux radiations visibles). En vertu de la relation (2), l'opacité dans le spectre visible fait place à une transparence dans le domaine infrarouge, d'autant meilleure que la longueur d'onde est plus grande, d'où l'intérêt de la microscopie par transmission dans le proche infrarouge.

Dans les milieux électriquement conducteurs, la perte d'énergie lumineuse correspond à une *absorption métallique* par conductibilité pour laquelle l'absorbance et l'indice d'extinction vérifient les relations.

$$\beta = \frac{\sigma}{c_0 \, n} \qquad (4)$$

et

$$k = \frac{\sigma \lambda}{2 \, c_0 \, n} \qquad (5)$$

où σ représente la conductibilité électrique, n l'indice de réfraction et c_0 une constante. En pareil cas, l'indice d'extinction apparaît toujours très élevé surtout dans le domaine infrarouge et la technique la plus simple pour la mesure de k et de β consiste à étudier les propriétés de la lumière réfléchie par de tels milieux à l'aide d'un microscope à réflexion.

La *mesure de l'absorbance* β des minéraux colorés ou pléochroïques est basée sur la comparaison des flux lumineux transmis, d'une part, par la lame mince d'épaisseur s du minéral étudié et, d'autre part, par une lame de même épaisseur d'un minéral étalon transparent. La technique, en tout point comparable à celle relative à la mesure du pouvoir réflecteur, nécessite l'emploi d'une source continue stabilisée, d'un tube photomultiplicateur jouant le rôle de cellule oculaire et d'un galvanomètre enregistreur. Les résultats obtenus avec les grenats (fig. 1) mettent en évidence une augmentation sensible de l'absorbance des variétés titanifères (Toubeau, 1963). Toute section anisotrope d'un minéral pléochroïque se caractérise à la fois par une biréfringence (n_1 - n_2) et par une *biabsorbance*

$$\mathcal{B} = \beta_1 - \beta_2 \qquad (6)$$

dont la mesure par la méthode de l'analyseur tournant (Toubeau, 1962) s'avère extrêmement simple et rapide. Toute lame pléochroïque d'épaisseur s en position diagonale sur la platine du microscope et dont le retard a été compensé apparaît incomplètement éteinte entre nicols croisés à 90° ; on peut rétablir l'extinction en tournant l'analyseur d'un angle θ lié à la biabsorbance par la relation

$$\ln \operatorname{tg} (45° \pm \theta) = \mathcal{B} s \qquad (7)$$

Appliquée aux biotites (Toubeau, 1963), la

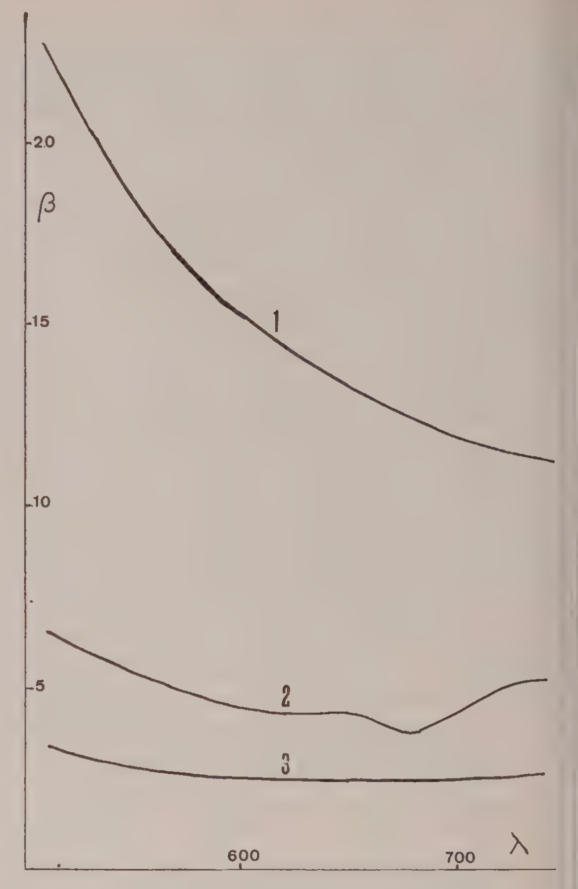


Fig. 1.

L'absorbance des grenats dans le spectre visible.
Légende : β : absorbance en mm^{-1} ; λ : longueur d'on en $m\mu$;
1, 2, 3 : absorbances d'une mélanite, d'un almand et d'un grossulaire.

méthode a conduit à la conclusion que la bia sorbance principale varie en fonction du rappo pondéral ρ = 100 MgO/A où A représente somme FeO + ½ [Fe_2 O_3 + TiO_2] (fig. 2). L biotites titanifères se caractérisent ici aussi p des valeurs nettement plus élevées de leur bia sorbance. Compte tenu du chimisme relativeme complexe des micas, on voit tout le parti qu' peut retirer de la biabsorbance, notamment da l'établissement des isogrades de métamorphisme

Les minéraux opaques dans le spectre visib mais transparents dans l'infrarouge comme la pl part des oxydes (ilménites, columbo-tantalites, et certains sulfosels (cuivres gris, proustite, peuvent être étudiés avec succès en *microsco par transmission dans le proche infrarouge*, tec nique qui consiste à adjoindre au microsco ordinaire un convertisseur d'images infrarou (Bailly, 1950; Toubeau, 1961). La microsco infrarouge permet les observations diascopiqu avec autant de facilité que celle offerte en di copie classique avec des minéraux transpare dans le domaine visible (mesures de l'indice réfraction, de la biréfringence principale, d'

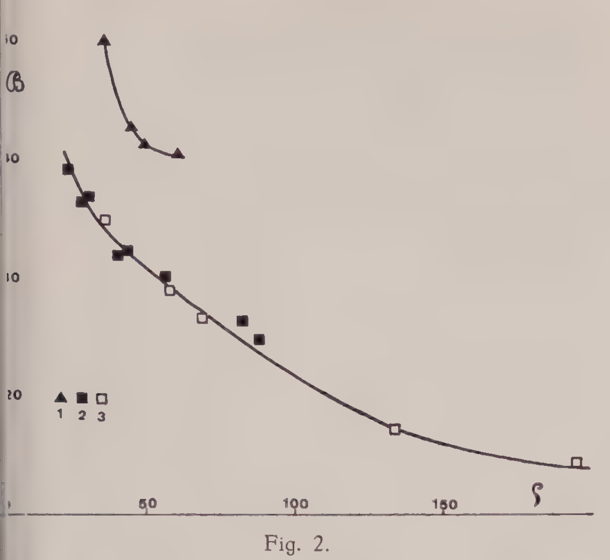


Fig. 2.

La biabsorbance principale des biotites ($\lambda = 525$ mμ).

égende : β : biabsorbance principale en mm^{-1} ;
ρ : rapport pondéral 100 MgO/FeO + 1/2 (Fe_2O_3 + TiO_2) ;
1 : biotite rouge titanifère ; 2 : biotite brune ; 3 : biotite verte.

ngle d'extinction, de l'angle des axes optiques). armi les applications déjà nombreuses de la téthode, nous avons retenu l'étude des ilménites t des columbo-tantalites. Les ilménites, dont l'inice ordinaire de réfraction reste inférieur à 3, onviennent à la réfractométrie infrarouge (λ = 50 mμ) par immersion du minéral dans des queurs très réfringentes et observation de la range de Becke (Cervelle, 1967). Les résultats btenus se traduisent par une relation simple fig. 3) entre la teneur pondérale en MgO et indice de réfraction ordinaire, dont l'utilisation avère particulièrement intéressante en prospecion diamantifère où les ilménites magnésiennes apparaissent comme des minéraux accompagnateurs du diamant.

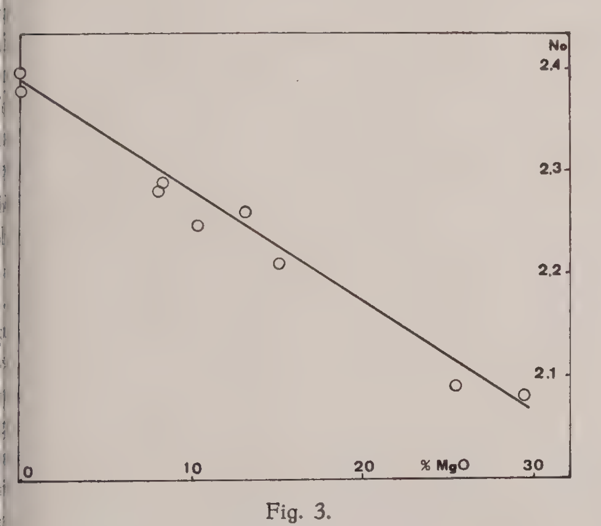


Fig. 3.

La réfringence des ilménites dans le proche infra-rouge ($\lambda = 950$ mμ).

égende : N_0 : indice ordinaire ; τ : pourcentage pondéral de MgO.

La biréfringence principale (Ng-Np), des columbo-tantalites dans l'infrarouge proche (λ = 950 mμ), elle aussi liée à la teneur pondérale en Ta_2O_5 (fig. 4) (Beugnies et Mozafari, 1968), offre la possibilité d'un dosage du tantale, problème particulièrement ingrat à résoudre par les méthodes classiques de la chimie analytique.

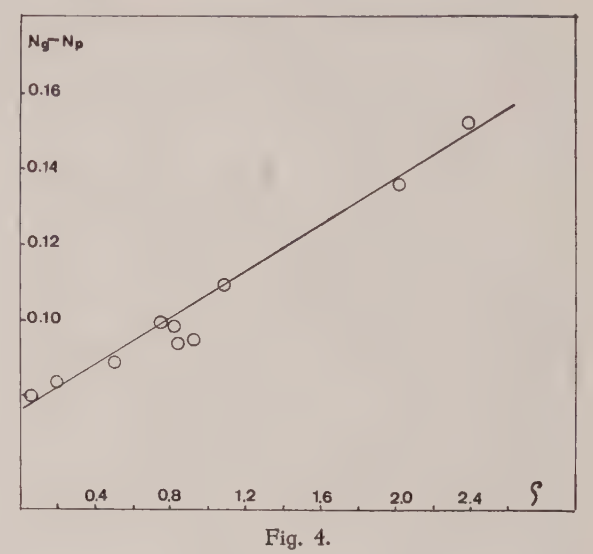


Fig. 4.

Biréfringence principale des columbotantalites dans le proche infrarouge ($\lambda = 950$ mμ).

Légende : N_g-N_p = biréfringence principale ; ρ : rapport pondéral Ta_2O_5/Nb_2O_5.

L'absorption dans l'infrarouge lointain ouvre, dans certains cas particuliers, des perspectives intéressantes. C'est ainsi qu'on peut distinguer une variété de diamant (du type I) par la présence d'une bande d'absorption (fig. 5) centrée sur la longueur d'onde λ = 8 microns.

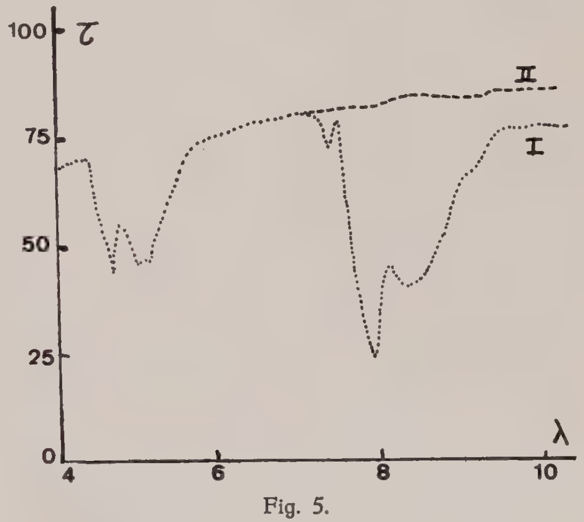


Fig. 5.

Spectres d'absorption infrarouge du diamant des types I et II.

Légende : λ : longueur d'onde en microns ; τ : facteur de transmission en %.

Lorsque le minéral se caractérise, soit par une absorption sélective trop importante couvrant les domaines visible et infrarouge, soit par une absorption métallique, la mesure de l'absorbance ou de l'indice d'extinction doit nécessairement faire appel à la *microscopie par réflexion* qui dispose actuellement de deux techniques différentes, l'une basée sur la mesure du pouvoir réflecteur en réflexion normale, l'autre sur l'ellipsométrie par réflexion oblique.

Le pouvoir réflecteur R d'une surface polie d'un minéral dont les indices de réfraction et d'extinction valent respectivement n et k, dans un milieu incident transparent d'indice n_0 est exprimé par la relation

$$R = \frac{(n - n_0)^2 + k^2}{(n + n_0)^2 + k^2} \qquad (8)$$

Deux mesures de R dans deux milieux incidents d'indices différents (généralement l'air et une huile) conduisent à deux valeurs de R permettant de résoudre deux équations du type (8) aux inconnues n et k.

La méthode a notamment permis de préciser l'absorbance de la zinkénite (Lopez-Zoler et Bosch-Figueroa, 1970), de la pyrrhotite (Cervelle, Caye et Billard, 1970) et des ilménites (Caye et Cervelle, 1968).

L'ellipsométrie par réflexion oblique, qui conduit à des résultats tout aussi précis sans nécessiter l'utilisation d'étalon réflecteur, consiste à préciser le caractère elliptique de l'onde réfléchie sous l'incidence oblique ($i = 45°$) par une surface polie du minéral à étudier. L'onde réfléchie se caractérise par l'angle d'orientation (γ) qui fixe la position du grand axe ox de l'ellipse par rapport à la direction de polarisation incidente et l'angle d'ellipticité (δ) lié au rapport d'axes de l'ellipse par la relation

$$\text{tg } \delta = \frac{oy}{ox} \qquad (9)$$

Les angles γ et δ mesurés à moins de 0°1 près conduisent aux valeurs de n et de k (Beugnies, 1967, Beugnies et Robaszynski, 1969) par résolution d'un système d'équations dont les solutions générales préalablement établies sont fournies sous forme de tables numériques à double entrée. La méthode applicable aux minéraux isotropes ou anisotropes permet de résoudre des problèmes difficiles de diagnose et même de doser certains éléments dans les cas favorables de séries isomorphes. C'est ainsi qu'il est possible de distinguer rapidement le mispickel de la löllingite, cette dernière ayant une biabsorbance 4 à 5 fois plus élevée que celle du mispickel. Parmi les mispickels, où le rapport S/As peut subir certaines fluctuations, l'indice principal Ng varie de 4,91 à 4,46 lorsque le rapport précité passe de 0,80 à 1,1 (Beugnies et Robaszynski, 1969).

Il n'est pas exagéré de conclure que l'absor bance des minéraux dans le spectre visible a ou vert au microscope polarisant de nouvelles e fructueuses applications dont l'intérêt ne peu échapper aux minéralogistes, aux métallogéniste aux pétrographes ou aux prospecteurs.

LA THERMOLUMINESCENCE DES MINERAUX

Dans un cristal parfait, électriquement isolan la mécanique quantique assigne aux électrons le plus externes des atomes constituants, une séri de niveaux énergétiques possibles répartis dans l bande de valence E_v (fig. 6a) séparée de la band de conduction E_c par une zone interdite couvran une différence énergétique E_c-E_v telle qu'aucu électron ne peut accéder à la bande supérieur de conduction. La présence d'imperfections dan le cristal (impuretés, dislocations, macles,...) pe turbe la distribution électronique et introduit d nouveaux états énergétiques possibles localisé dans la zone interdite et jouant le rôle, soit d centres électropositifs susceptibles de fixer de électrons — ce sont alors des *pièges à électron* dont les niveaux sont relativement proches de l bande de conduction — soit des centres électr négatifs capables de fixer des charges positive et ce sont alors des *pièges à trous* dont les niveau se trouvent à proximité de la bande de valenc (fig. 6b). Un piège à électron repéré par sa *pr fondeur* mesurée par la différence énergétique

$$\Delta E_n = E_c - E_n \qquad (1$$

peut contenir un certain nombre d'électrons pi gés lorsque le cristal a subi une *excitation* prov quée par l'absorption d'une quantité excédentai d'énergie lui conférant un état métastable (fi 6c). En pareil cas, le retour des électrons piég à l'un des niveaux de la bande de valence n'e pas possible directement. Il n'est possible que pa le passage préalable de l'électron piégé à la ban de conduction sous l'effet d'une *impulsion éne gétique* au moins égale à la profondeur du piè donnée par (10). Le retour à la bande de valen (fig. 6d) se produit alors avec libération d'éne gie sous forme de *luminescence* qui peut êt monochromatique et de fréquence

$$\nu = \frac{E_c - E_v}{h} \qquad (1$$

si le retour se fait en une fois, ou polychrom tique lorsque le retour s'opère par paliers limit par des niveaux intermédiaires. La luminescen déclenchée par une impulsion thermique porte nom de *thermoluminescence* et elle se manife à des températures d'autant plus élevées que l

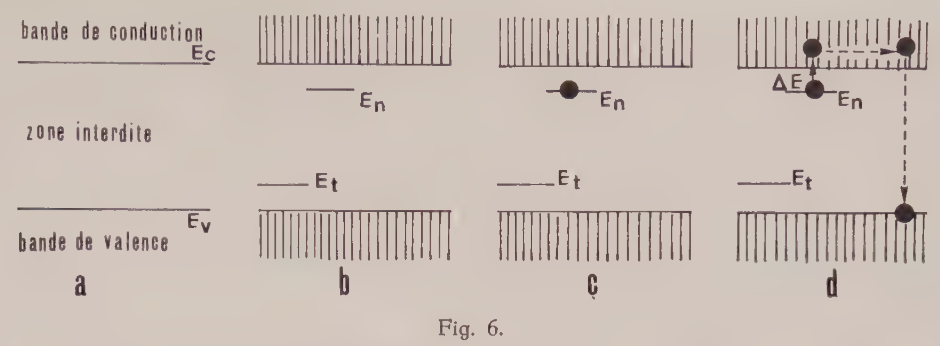


Fig. 6.

Les niveaux énergétiques des électrons d'un cristal.

Légende : a : cristal parfait ; b : cristal imparfait avec piège à électron E_n ; c : cristal thermoluminescent avec électron piégé ; d : mécanisme de la thermoluminescence.

pièges à électrons sont plus profonds, la limite de détection vers les hautes températures étant fixée par le seuil d'incandescence pratiquement situé vers 400 °C. La cellule de mesure de l'émission thermoluminescente comporte essentiellement un élément chauffant, un tube photomultiplicateur jouant le rôle de détecteur et d'amplificateur du flux lumineux émis, un système d'enregistrement à deux coordonnées permettant le relevé de l'intensité d'émission en fonction de la température. La courbe enregistrée présente un ou plusieurs pics dont la hauteur est proportionnelle au nombre d'électrons piégés et dont la température mesure la profondeur du piège (Daniels et Saunders, 1950 - Zeller, 1952 - Charlet, 1963, 1969). Habituellement obtenu à partir d'un certain volume de matière pulvérisée, l'enregistrement peut encore être réalisé à partir d'un grain monocristallin isolé dans le champ du microscope optique (Charlet, 1970).

Comme le quartz, les feldspaths et les carbonates se révèlent naturellement thermoluminescents, la quasi-totalité des roches peuvent faire l'objet d'une *analyse pétrographique par thermoluminescence* dont l'intérêt réside dans le fait que la thermoluminescence apparaît comme la restitution d'une énergie accumulée dans la roche pendant ou après sa formation. La courbe de thermoluminescence permet ainsi de préciser les actions syngénétiques ou épigénétiques subies par une roche ou un minéral sous la forme d'une énergie induite par la pression (tectonique, profondeur), par les potentiels de cristallisation (concentrations des constituants, présence d'impuretés, vitesse de refroidissement ou d'évaporation), par les transferts thermiques (température), par les irradiations (sources radioactives) et dont les effets peuvent se marquer à la fois sur le nombre et la distribution des pièges à électrons (température d'émission) et sur le nombre d'électrons piégés (intensité de l'émission).

L'effet thermique agissant sur un minéral comme le quartz qui se caractérise habituellement par une courbe de thermoluminescence à deux pics (fig. 7), se traduit à la fois par un *déclin* (diminution de la hauteur) et une *dérive* (déplacement vers les hautes températures) du pic de basse température. La thermoluminescence du quartz peut donc utilement faire office de *thermomètre géologique* susceptible de préciser, par exemple, les isogrades de métamorphisme ou l'existence locale d'un gradient thermique. Le premier cas est illustré (fig. 8) par le tracé des *zones de métamorphisme* dans les massifs cambriens de la Haute Ardenne, établi d'après la

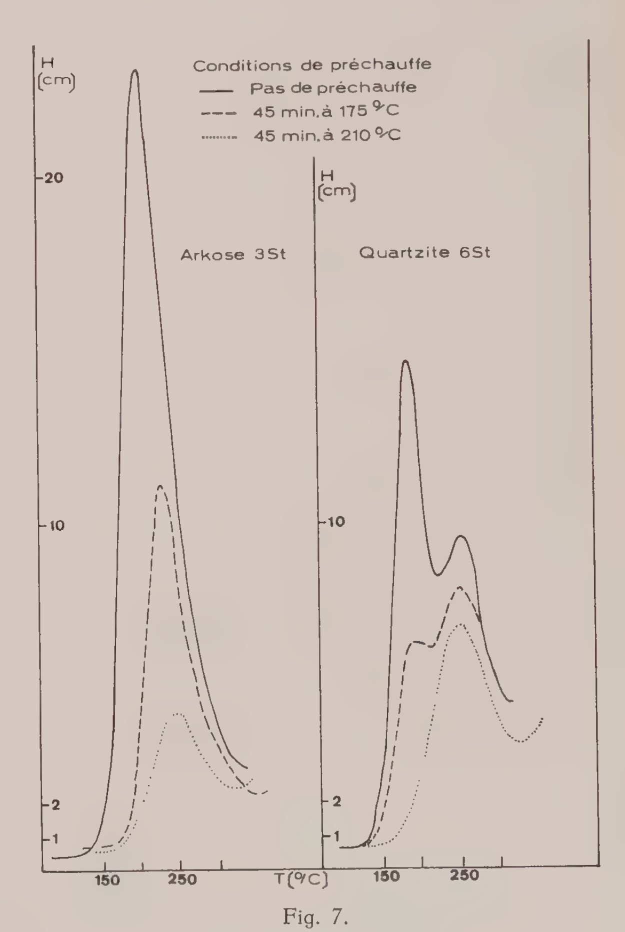


Fig. 7.

Déclin et dérive thermiques de la thermoluminescence naturelle.

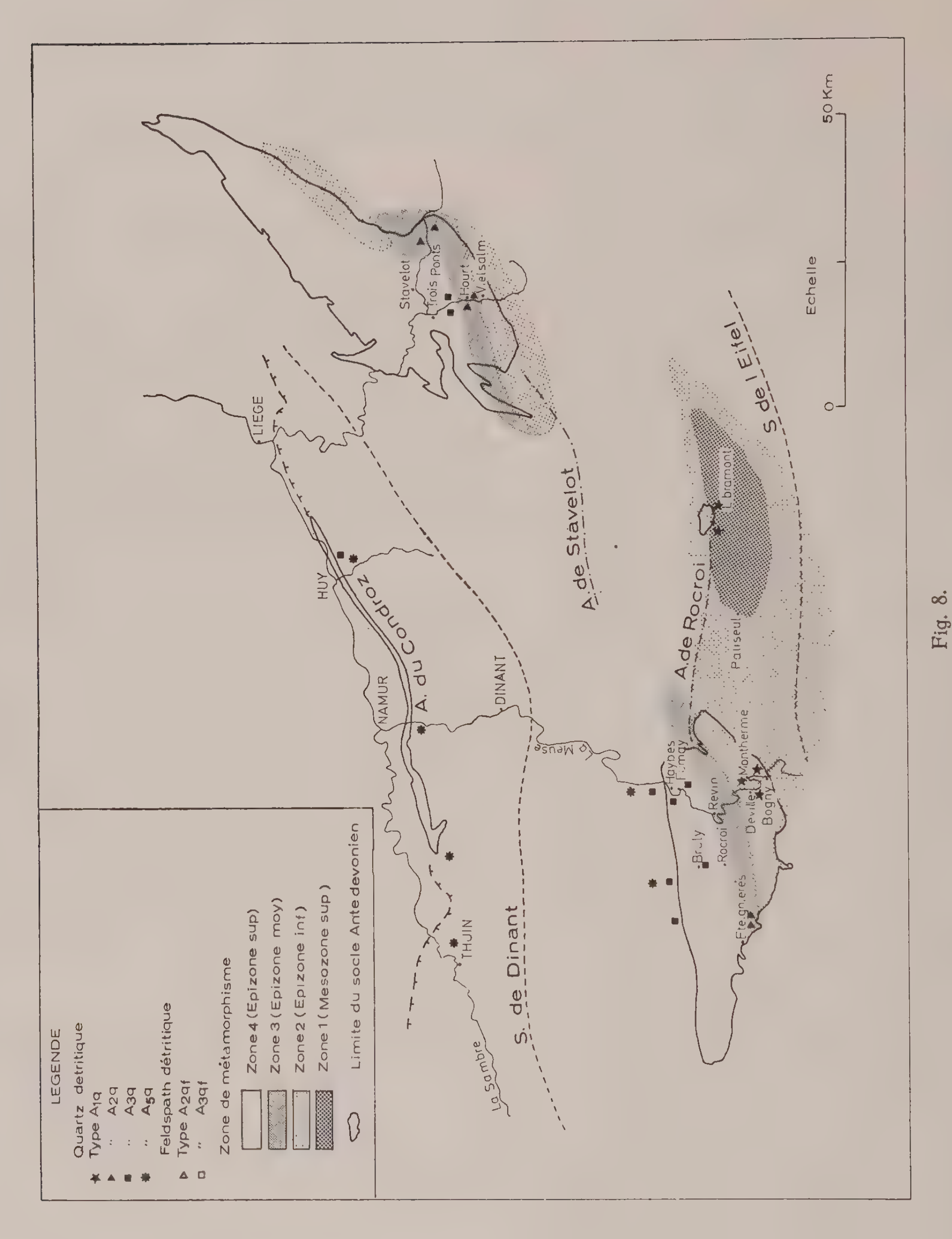


Fig. 8.

La thermoluminescence des quartzites dans ses relations avec le métamorphisme paléozoïque de l'Ardenne.

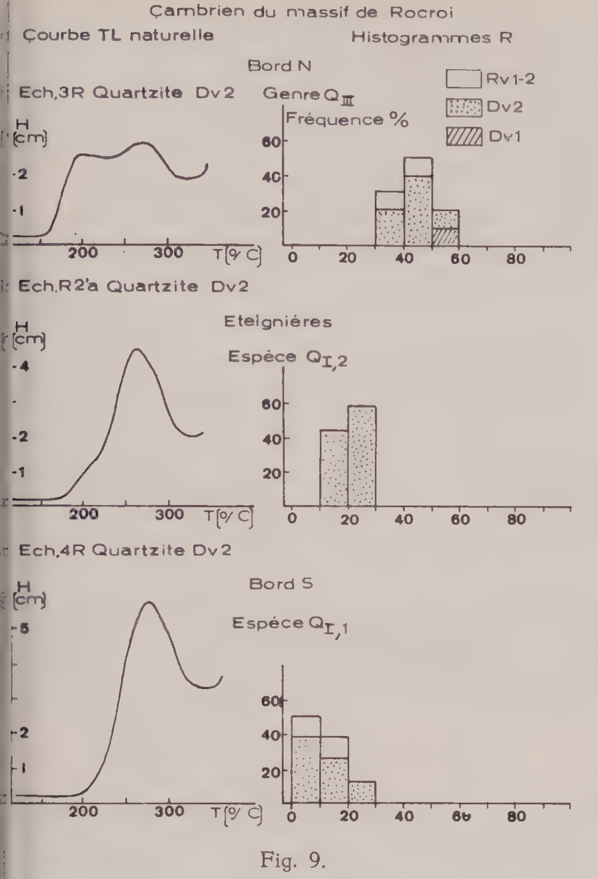


Fig. 9.

La thermoluminescence naturelle des quartzites cambriens de l'Ardenne.

iermoluminescence des quartzites (fig. 9), et ›mparé aux limites des faciès classiquement ›connus d'après les minéraux typomorphes tels ue la spessartite, le chlorithoïde ou l'ilménite. ans bien des cas, la méthode par thermolumiescence s'avère plus précise et offre en outre avantage d'être applicable aux séries essentielleient arénacées, souvent peu propices aux paraenèses de métamorphisme. La localisation par iermoluminescence de *gradient thermique* résulint d'une minéralisation en filon ou en nprégnation peut utilement servir le prospecteur omme ce fut le cas pour la reconnaissance des ones à chalcopyrite à Springdale, Canada (Mac ougall, 1966).

Lorsque la thermoluminescence d'une roche étritique découle exclusivement d'actions syngéétiques subies par ses constituants, elle peut conuire à l'établissement de leur « fiche d'origine ». Itilisée dans ce sens, la thermoluminescence des oches des séries arénacées permet de *localiser les ratons nourriciers* dans le cadre régional d'une éographie actuelle ou ancienne. C'est ainsi qu'on pu mettre en évidence (Charlet, 1969), au cours es temps cambriens, l'existence d'une aire émerée occupant sensiblement l'actuelle bande siluienne du Condroz et séparant le bassin brabançon au nord (fig. 10), alimenté par un quartz principalement du type Q_I et accessoirement du type Q_{II}, d'un bassin ardennais au sud caractérisé essentiellement par un quartz Q_{II} en provenance du craton condrusien. La méthode d'analyse par thermoluminescence ouvre de la sorte aux stratigraphes, aux tectoniciens et aux océanographes des possibilités d'investigation confirmées à maintes reprises (Broquet et Charlet, 1965 - Charlet et Waterlot, 1969 - Beugnies, Broquet, Caire, Charlet, Duée, Mascle et Truillet, 1969).

En l'absence de toutes modifications ultérieures d'origine tectonique ou métamorphique, la thermoluminescence d'une roche peut être interprétée comme l'expression de l'action conjointe des facteurs physico-chimiques ayant conditionné sa formation. Elle permet alors l'*identification des lithofaciès* aussi bien dans les complexes magmatiques (Charlet, 1969 - Beugnies et Charlet, 1970) que dans les séries sédimentaires (Bergstrom, 1956 - Parks, 1953 - Charlet, 1963). En particulier, l'application au bassin crétacé de Mons (Charlet, 1963) montre la possibilité d'y établir des corrélations lithostratigraphiques (fig. 11). Une telle méthode ouvre de nouvelles perspectives à la prospection pétrolière où les *logs de thermoluminescence* peuvent remplacer ou compléter les logs de résistivité ou de radioactivité.

Pour étudier l'effet de la radioactivité sur un minéral thermoluminescent, il est commode d'annihiler préalablement sa thermoluminescence naturelle par chauffage à 500 °C, puis de lui restituer une thermoluminescence artificielle en le soumettant à des irradiations de durées croissantes fournies par une source radioactive comme le cobalt 60. En portant l'intensité de thermoluminescence en fonction de la durée d'exposition, on établit une *courbe de saturation*, où l'on distingue habituellement (fig. 12) un premier tronçon à croissance linéaire traduisant le remplissage progressif des pièges à électrons, un deuxième tronçon marqué par un maximum résultant de la saturation des pièges et un troisième tronçon où l'intensité décroît sous l'effet destructeur des fortes doses de radioactivité. La courbe de saturation, dans sa partie linéaire, exprime la proportionnalité entre l'intensité de thermoluminescence H (mesurée par la hauteur du pic ou l'aire soustendue par la courbe) et la dose de radiation emmagasinée, elle-même proportionnelle au produit de l'intensité i_0 de la source et du temps τ d'exposition, soit

$$H = K_0 \, i_0 \, \tau \qquad (12)$$

où K_0 est une constante expérimentale. L'exploitation de la relation (12) conduit à la dosimétrie des radiations γ et à la détermination de l'âge absolu des roches.

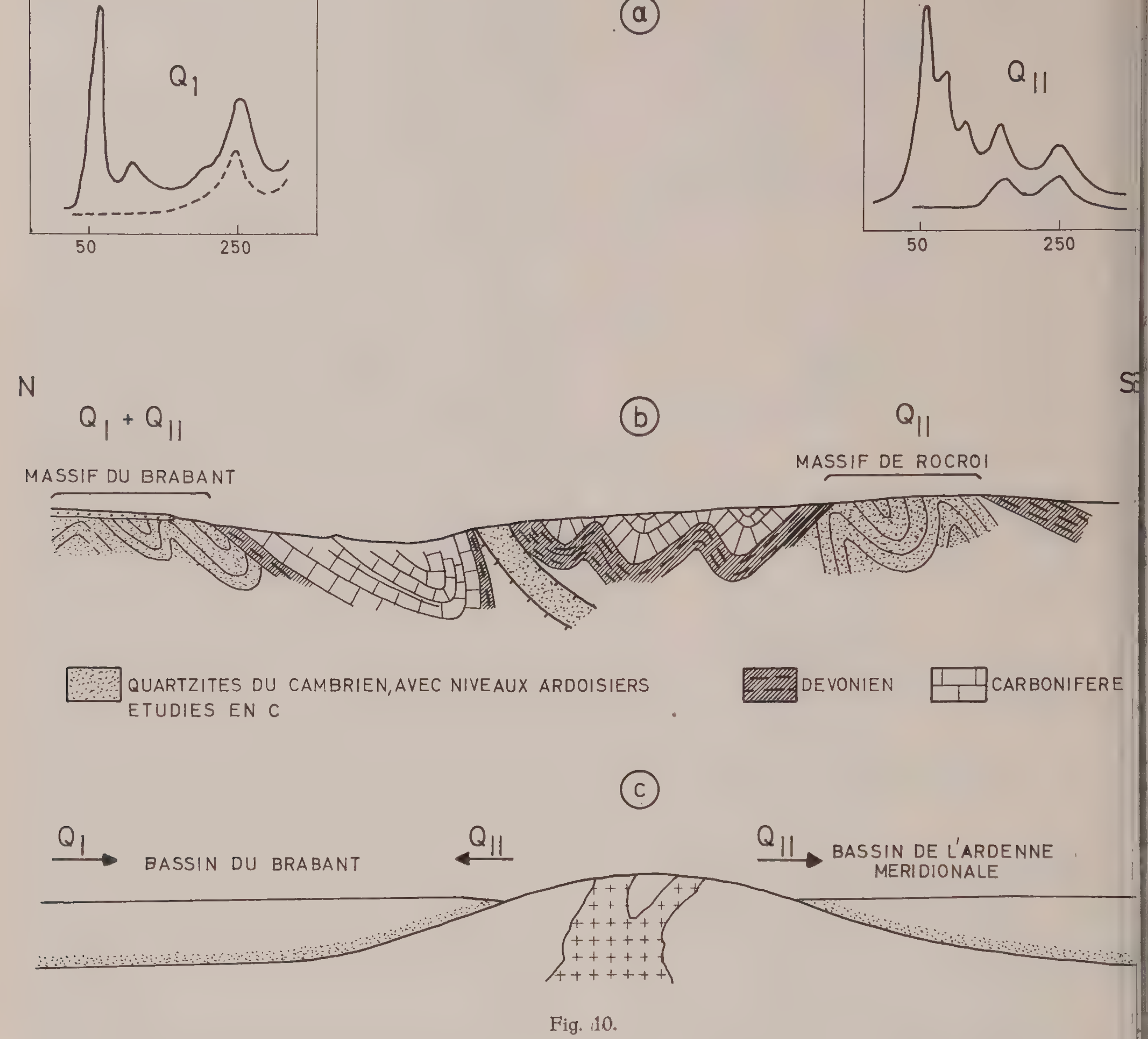


Fig. 10.

La thermoluminescence des quartzites dans ses relations avec la paléogéographie cambrienne de l'Ardenne.

Légende : a — Courbes de thermoluminescence naturelle et artificielle des quartzites cambriens (type Q_I et Q_{II}) de l'Ardenne ;
b — Localisation actuelle des types Q_I et Q_{II} sur la coupe du paléozoïque de l'Ardenne ;
c — Schéma paléogéographique de l'Ardenne à l'époque cambrienne déduit de l'analyse par thermoluminescence

Les dosimètres par thermoluminescence utilisés comme indicateurs de contrôle dans les laboratoires comportent essentiellement un minéral thermoluminescent (fluorine ou feldspath) choisi pour ses qualités de sensibilité (K_o élevé) et de reproductibilité (K_o constant sur de très longues périodes d'utilisation) (Bruaux, 1962 - Grogler, Houtermans et Stauffer 1958 - Schayes, Lorthoir et Lheureux, 1963).

La méthode de datation par thermoluminescence consiste à reproduire dans la roche une thermoluminescence artificielle de même intensité H que sa thermoluminescence naturelle, supposée induite par les seuls effets de sa radioactivité propre d'intensité *i* ayant agi depuis sa formation jusqu'à nos jours soit pendant une durée couvrant son *âge géologique t.* Si la source radioactive naturelle est comparable dans ses effets

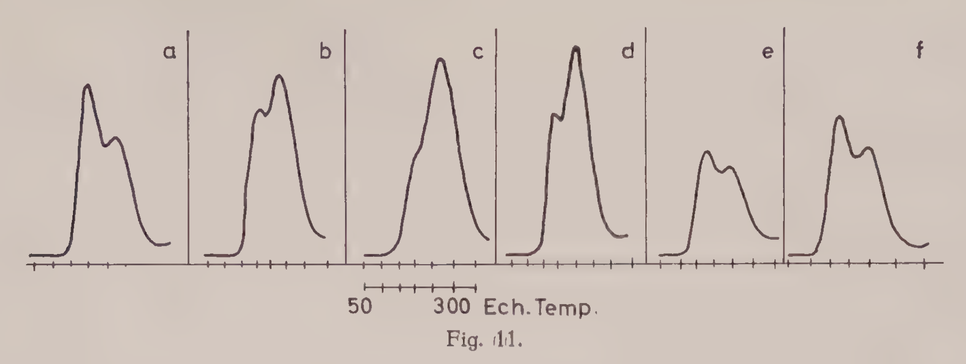


Fig. 11.

Tension tube 1100 V. - granulométrie 150-200 M. - poids d'échantillon 0,450 g - shunt 1.
thermoluminescence naturelle des craies du Bassin crétacé de Mons au voisinage de la limite des assises d'Obourg et de Trivières.

ende : a — Craie de Trivières à 2,5 m en dessous du conglomérat à Belemnites ;
b — Idem au contact du conglomérat ;
c — Conglomérat à Belemnites et « hard ground » du mur ;
d — Craie d'Obourg près du contact avec le conglomérat ;
e — Idem à 2 m au-dessus du conglomérat ;
f — Idem à 5 m au-dessus du conglomérat.

source artificielle, on peut écrire une relation alogue à (12), à savoir

$$H = K\,it \tag{13}$$

(12) et (13), on tire :

$$t = c\,\frac{\tau}{i} \tag{14}$$

relation (14) permet la datation de la roche r mesure de la durée équivalente d'irradiation t l'activité propre *i*. La constante *c*, qui dépend s conditions expérimentales et des unités de mesure, est préalablement établie à partir d'une série de roches d'âge connu. La méthode est utilisée avec succès pour la *datation des évènements récents*, notamment en archéologie pour la datation des poteries dont la radioactivité dépend essentiellement du carbone 14 (Kennedy, Knopoff et Higgins, 1960 - Aitken, Tite et Reid, 1964). *La datation des granites*, qui met en jeu la radioactivité de l'uranium, du thorium ou du potassium, soulève des difficultés d'ordre expérimental et théorique, mais les résultats déjà acquis (Zeller et Ronca, 1962 - Charlet, 1969) laissent entrevoir d'énormes possibilités.

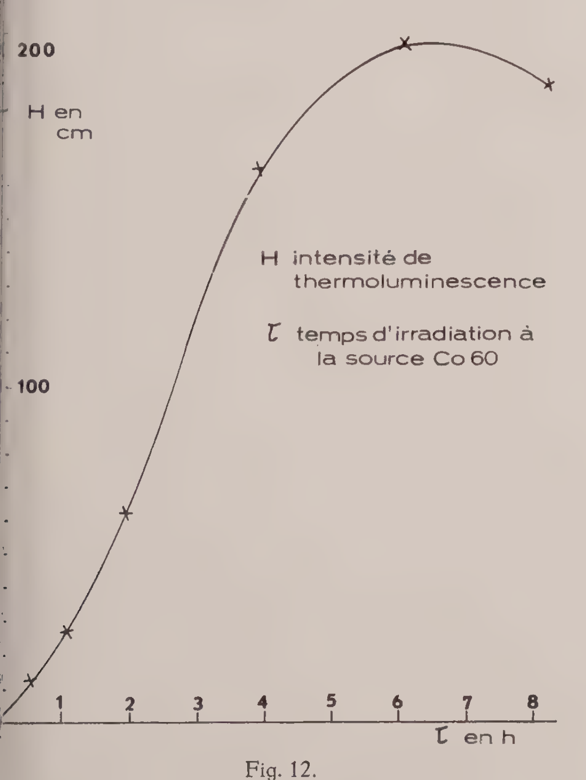


Fig. 12.
Courbe de saturation du granite de Gien-sur-Cure.

De ce bref aperçu, on emporte la conviction que la thermoluminescence des minéraux, malgré la connaissance encore imparfaite que nous en avons, constitue un outil à la fois précis et puissant qui ouvre à la géologie moderne, les plus brillantes perspectives.

BIBLIOGRAPHIE

AITKEN M.J., TITE M.S., REID J. — 1964 — Thermoluminescent dating of ancient ceramics. **Nature G.B.**, 202, 4936, 1032-1033.

BAILLY R. — 1950 — Nouvelles méthodes de recherches en infra-rouge proche. **Revue Un. Min.**, 6, n° 6.

BEUGNIES A. — 1967 — Ellipsométrie par réflexion oblique de la lumière sur les sections polies des minéraux opaques et isotropes. **Bull. Cl. Sc. Ac. R. de Belgique**, 53, 10, 1219-1234.

BEUGNIES A., BROQUET P., CAIRE A., CHARLET J.M., DUEE G., MASCLE G., TRUILLET R. — 1969 — Contribution de la thermoluminescence à la paléogéographie de la Méditerranée centrale. **Bull. Soc. Géol. France**, 11, 307-322.

BEUGNIES A., CHARLET J.M. — 1970 — Sur l'âge hercynien des microgranites du Massif Cambrien de

Rocroi (données pétrographiques et analyse par thermoluminescence).
Ann. Soc. Géol. Belgique, 93, 431-451.

BEUGNIES A., MOZAFARI Ch. — 1968 — Contribution à l'étude des Columbotantalites et des Tapiolites.
Ann. Soc. Géol. Belgique, 91, 35-91.

BEUGNIES A., ROBASZYNSKI Fr. — 1969 — Réfractométrie et absorptiométrie de la Löllingite, du Mispickel et de la Rammelsbergite.
Bull. Soc. Belge Géol., 78, 199-212.

BERGSTROM R.E. — 1956 — Surface correlation of some Pennsylvanian limestones in Mid Continent by thermoluminescence.
Bull. amer. An. Petrol. Geol., 5, 40, 918-942.

BROQUET P., CHARLET J.M. — 1965 — Utilisation de la thermoluminescence naturelle des quartz et des feldspaths détritiques dans l'étude de quelques formations sédimentaires siciliennes.
Ann. Soc. Géol. Nord, 85, 79-96.

BRUAUX A. — 1962 — La dosimétrie par thermoluminescence.
Revue Manuf. Belge Lampes et Mat. Electr., Bruxelles (revue M.B.L.E.), 5, n° 4, 272-297.

CAYE R., CERVELLE B.D. — 1968 — Détermination de l'indice de réfraction et du coefficient d'absorption des minéraux non transparents.
Bull. Soc. Fr. Miner. Crist., 91, 284-288.

CERVELLE B.D. — 1967 — Contribution à l'étude de la série Ilménite-Geikielite.
Bull. B.R.G.M., 6.

CERVELLE B.D., CAYE R., BILLARD — 1970 — Détermination de l'ellipsoïde des indices de cristaux uniaxes fortement absorbants. Application à la pyrrhotite hexagonale.
Bull. Soc. Fr. Min. Crist., 93, 72-82.

CHARLET J.M. — 1963 — La thermoluminescence des roches et son utilité en géologie.
Ann. Soc. Géol. Nord, 83, 243-258.

CHARLET J.M. — 1969 — La thermoluminescence des roches quartzofeldspathiques. Application à l'étude des séries sédimentaires détritiques ; intérêt dans la datation des granites.
Bull. B.R.G.M., 2ème série, Sect. II, 2 et 3.

CHARLET J.M. — 1970 — Le photomètre de microthermoluminescence ; son intérêt dans les applications de la TL à la géologie.
Ann. Soc. Géol. Nord, 90, 23-31.

CHARLET J.M., WATERLOT M. — 1969 — La thermoluminescence utilisée dans l'étude de quelques sédiments quartzofeldspathiques du Paléozoïque des Pyrénées centrales.
Bull. Soc. Géol. France, 11, 298-306.

DANIELS F., SAUNDERS D.F. — 1950 — Th
thermoluminescence of rocks.
Science U.S.A., 3, 462.

GROGLER N., HOUTERMANS F.G., STAUFFER H.
1958 — The use of thermoluminescence for dosimet
and in research on the radiation and thermal histo
of solids.
Proc. 2d Int. Conf. of Atomic Energy, Geneva, 2
226-229.

KENNEDY G.C., KNOPOFF L., HIGGINS G. — 1960
Attempt to determine the antiquity of ancient fir
objects by determination of thermoluminescence gl
curves.
Geol. Soc. Amer. Progr. Ann. Meet., 135-136.

LOPEZ-SOLER A., BOSCH-FIGUEROA J.M. — 1970
Etude optique de la Zinkénite ($PbSb_2S_4$). Détermi
tion de l'indice de réfraction, du coefficient d'absorpti
et de l'indice d'absorption sur sections orientées.
Bull. Soc. Fr. Minér. Crist., 93, 83-88.

MAC DOUGALL D.J. — 1966 — A study of the distri
tion of thermoluminescence around an ore deposit.
Econ. Geol., 61, 1090-1103

MAC DOUGALL D.J. — 1968 — Thermoluminescen
of geological materials.
Academic Press, London and New York, 678 p.

PARKS J.M. — 1953 — Use of thermoluminescence
limestones in subsurface stratigraphy.
Bull. Amer. Ass. Petr. Geol., 37, 125-142.

SCHAYES R., LORTHOIR M., LHEUREUX M.
1963 — La dosimétrie par thermoluminescence.
Revue M.B.L.E., 6, n° 1, 4-30.

TOUBEAU G. — 1961 — Etude des minéraux opaq
dans l'infra-rouge proche.
Bull. Soc. Belge Géol., 70, 281-289.

TOUBEAU G. — 1962 — Nouvelles méthodes optiq
de mesure de la biabsorbance dans les milieux cris
lins transparents.
Bull. Cl. Sc. Ac. R. Belgique, 68, 99-126.

TOUBEAU G. — 1963 — Etude théorique et pratique
l'absorption de la lumière par les milieux cristal
transparents.
Thèse de doctorat, Faculté Polytechnique de Mo

ZELLER E.J. — 1952 — Thermoluminescence as a radiat
damage method of geologic age determination
carbonate sediments.
19ème Cong. Geol. Int., Alger, sect XII, f.XII, 365-3

ZELLER E.J., RONCA L.B. — 1962 — New developme
in the thermoluminescence method of geological
determination.
Rad. Datin Proc. Symp., Athens, Vienna, Int
atom. Energy Agency, 73-85.

DISCUSSION

J.P. Herin

Peut-on expliquer le phénomène de dérive thermique de la thermoluminescence ?

A. Beugnies

Jusqu'à présent le phénomène reste inexpliqué malgré les recherches des physiciens pour tenter de le résoudre. Il semble toutefois que la dér
thermique soit la conséquence d'un mécanisme
recapture d'un électron au niveau du piège ap
son passage préalable à la bande de conducti

M. Denaeyer

Avez-vous appliqué l'analyse par thermolu
nescence aux carbonatites ?

Beugnies

ien que jusqu'à présent nous n'ayons pas ore étudié la thermoluminescence des carbona-, on peut cependant affirmer que les carbo-tes sont thermoluminescentes comme toutes roches carbonatées. La thermoluminescence luirait sans doute à discerner parmi les car-atites plusieurs faciès correspondant à des con-ons différentes de formation (température, ssion, chimisme du milieu).

es essais effectués sur une dizaine d'échantil-permettraient éventuellement de se faire une plus précise de la validité de la méthode à égard. Toutefois, il paraît exclu d'utiliser la moluminescence des carbonatites en vue de erminer l'âge de leur formation, la thermolu-escence des carbonates étant beaucoup trop ible aux facteurs autres que la radio-activité.

G. Panou

es courbes de dosage des wolframites et des umbo-tantalites sont-elles influencées par la sence d'autres métaux (Ti, Sn) ou par la eur du rapport Fe/Mn ?

Beugnies

n ce qui concerne les wolframites, les proprié-optiques étudiées ($N_g - N_p$; 2V ; $N_g \wedge c$) sont uniquement fonction du pourcentage en Fe ou en Mn. Pour les columbo-tantalites, les valeurs de la biréfringence principale comme celles des indices principaux apparaissent uniquement influencées par les proportions relatives de Ta_2O_5 et Nb_2O_5 ; seule la biabsorbance semble croissante avec la teneur en FeO.

J.M. Legrand

Vous êtes-vous intéressé à la qualité de la lumière émise par thermoluminescence ?

A. Beugnies

Jusqu'à présent, nous n'avons pas abordé l'analyse spectrale de l'émission de thermoluminescence relativement facile à réaliser en principe, mais dont la difficulté technique est liée aux flux lumineux extrêmement faibles à détecter. Le problème a été résolu par utilisation d'un analyseur à multicanaux permettant un enregistrement à 3 coordonnées dont l'une correspond à l'échelle des longueurs d'onde. Les résultats obtenus, notamment aux U.S.A., offrent de nouvelles possibilités d'utilisation de la thermoluminescence. Il est en effet évident que la longueur d'onde des radiations émises constitue un paramètre supplémentaire qui permet d'affiner encore la méthode d'analyse.

:ilité de la représentation d'un réseau d'aérage ›ivant la méthode Budryk

Nut van de grafische « Budryk »-voorstelling van een ondergronds kolenmijnventilatienet

HAUSMAN *

RESUME

'auteur donne une extension à la notion de :lle et de diagonale.

'artant de cette notion, il donne le moyen de ›rminer systématiquement :

Toutes les mailles d'un réseau.
Si un tronçon de circuit appartient à une ou des mailles qui ont des diagonales.
Dans quelle(s) maille(s) un tronçon peut être une diagonale.

l applique la méthode dans le cas d'un incendie ır dicter rapidement et sans calcul les mesures nédiates à prendre :

Pour éviter le retournement du courant d'air dans certains tronçons de circuit.
Pour diminuer le danger d'explosion lors de la construction de barrages.

Infin, il donne un exemple d'application de la thode qui permet en général de préjuger :

De ce qui pourrait se passer si on modifie fortement la résistance d'un tronçon de circuit.

De la cause d'une inversion dans un tronçon de circuit.

SAMENVATTING

De auteur geeft een uitbreiding aan het begrip van maas en diagonaal.

Vertrekkend van dit begrip, geeft hij het middel tot systematische bepaling van :

a) Al de mazen van een net.
b) Het feit of een gedeelte van de omloop tot één of meerdere mazen met diagonalen behoort.
c) In welke maas of mazen een gedeelte diagonaal kan zijn.

Hij past de methode toe op een geval van brand, om snel en zonder berekeningen de onmiddellijk te nemen maatregelen te bepalen :

a) Ter vermijding van een luchtstroomomkering in bepaalde gedeelten van de omloop.
b) Ter vermindering van het ontploffingsgevaar tijdens de bouw van dammen.

Tenslotte geeft hij een voorbeeld van toepassing van de methode, die over het algemeen toelaat zich voorafgaandelijk een oordeel te vormen :

a) Over hetgeen zou kunnen gebeuren wanneer men in belangrijke mate de weerstand van een gedeelte van de omloop zou wijzigen.
b) Over de mogelijke oorzaken van een luchtstroomomkering in een gedeelte van de omloop.

)irecteur - Direkteur,
Coördinatiecentrum Reddingswezen,
Kempische Steenweg 555 - 3500 Hasselt.

INHALTSANGABE

Der Verfasser legt den Begriffen « Masche » und « Diagonale » einen ümfassenderen Sinn bei. Mit Hilfe dieser erweiterten Begriffe kann man systematisch bestimmen :

a) sämtliche Maschen eines Wetternetzes;
b) ob ein Zweig zu einer der Maschen gehört, in denen Diagonalen auftreten;
c) in welcher Masche oder welchen Maschen ein Zweig eine Diagonale bilden kann.

Der Verfasser zeigt, wie man im Falle eines Grubenbrandes ohne Berechnungen sofort bestimmen kann, welche Maßnahmen unverzüglich zu ergreifen sind, um die Umkehrung des Wetterstromes in einzelnen Zweigen des Netzes zu verhindern und die Gefahr einer Explosion beim Bau der Absperrdämme einzuschränken.

Schließlich gibt er ein Beispiel für die Anwendung der Methode, mit der man im allgemeinen vorherbestimmen kann :

a) was bei einer starken Erhöhung des Wetterwiderstandes in einem Zweig des Netzes eintreten könnte;
b) aus welchem Grunde es zur Umkehr der Wetterrichtung in einem Zweig gekommen ist.

SUMMARY

The author gives an extension to the notion the mesh and of the diagonal.

On the basis of this notion, he demonstrates means of determining systematically :

a) All the meshes of a network.
b) Whether a section of circuit belongs to one several meshes which have diagonals.
c) In which mesh or meshes a section may diagonal.

He applies the method in the case of a fire dictate, rapidly and without calculation, the imm diate steps to be taken :

a) To avoid the reversal of the air current certain sections of the circuit.
b) To reduce the danger of explosion when da are under construction.

Lastly, he gives an example of the applicat of the method which, generally speaking, ma it possible to presume :

a) What might happen if the resistance of a tain section of the circuit is modified.
b) The cause of an inversion in a section of circuit.

Pour représenter graphiquement un réseau d'aérage, nous utilisons le schéma canonique dit ouvert de Budryk et le schéma fermé de Bystron. Mais dans l'exposé qui suit nous n'envisageons pas la maille et la diagonale dans le sens rigoureux de Budryk.

A) EXTENSION DE LA NOTION DE MAILLE ET DE DIAGONALE

Pour Budryk, une maille est constituée par la division d'un courant qui se reconstitue ensuite. Exemple : voir figure 1.

La maille 1 est constituée par un courant qui à partir de 1 se divise en deux branches 1 - 2 - 3 et 1 - 4 - 3, les deux branches se rejoignant en 3 pour reformer le courant primitif dans son intégralité.

Voor het op grafische wijze voorstellen van kolenmijnventilatienet gebruiken wij het z naamde open kanonieke « Budryk »-schema en gesloten « Bystron »-schema, maar in de hie volgende uiteenzetting beschouwen wij de m en de diagonaal niet helemaal in de betek die Budryk er aan gaf.

A) UITBREIDING VAN HET BEGRIP VAN MAAS EN DIAGONAA

Volgens Budryk wordt een maas gevormd d een zich verdelende luchtstroom, die zich ver gens opnieuw samenvoegt zoals bij wijze van v beeld op de figuur 1 is aangegeven.

De maas 1 is gevormd door een luchtstro die zich vanaf het punt 1 in de twee tak 1 - 2 - 3 en 1 - 4 - 3 verdeelt, welke twee tak zich in het punt 3 opnieuw verenigen en de oorspronkelijke luchtstroom integraal herr len.

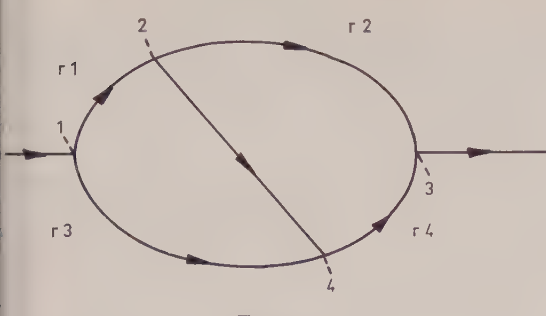


Fig. 1.

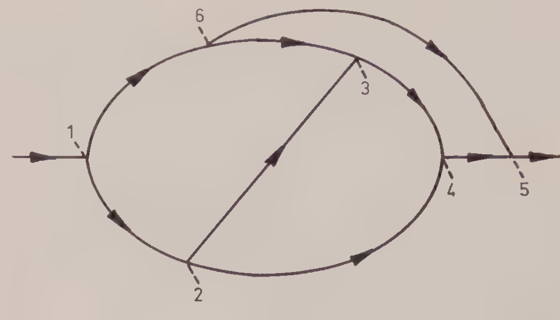


Fig. 2.

[U]ne diagonale est une liaison entre les deux [bra]nches de la maille soit 2 - 4, et le sens du [cou]rant dans cette diagonale est conditionné par [le] rapport des résistances de différents tronçons [des] branches. Le courant va de 2 vers 4 si r1/r2 [<] r3/r4.

[N]ous avons dans tout ce qui va suivre donné [une] extension à cette notion de maille. Par exem[ple], dans le schéma de la figure 2, Budryk pren[dra]it uniquement comme branches de maille [1 -] 6 - 5 et 1 - 2 - 4 - 5 et uniquement comme [dia]gonale 6 - 3 - 4.

[D]ans ce schéma nous considérons six mailles :

[1 -] 6 - 5 et 1 - 2 - 4 - 5, avec 6 - 3 - 4 comme [dia]gonale

[1 -] 6 - 3 - 4 et 1 - 2 - 4, avec 2 - 3 comme dia[gon]ale.

[6 -] 5 et 6 - 3 - 4 - 5, sans diagonale.

[1 -] 6 - 3 et 1 - 2 - 3, sans diagonale.

[2 -] 4 et 2 - 3 - 4, sans diagonale.

[1 -] 2 - 3 - 4 - 5 et 1 - 6 - 5, avec 6 - 3 comme [dia]gonale.

[M]ailles et diagonales définies de cette façon, [nou]s constatons que :

[a)] Un tronçon peut faire partie d'une branche de maille et être en même temps diagonale dans une autre maille.

6 - 3 - 4 est diagonale dans la maille 1 - 6 - 5 et 1 - 2 - 4 - 5 et appartient aussi à une branche dans la maille 1 - 6 - 3 - 4 et 1 - 2 - 4 (fig. 2).

[b)] Le réseau ainsi disséqué, il y a beaucoup de mailles et beaucoup de diagonales. Il fallait trouver un moyen pour les déterminer systématiquement.

B) DETERMINATION SYSTEMATIQUE DES MAILLES ET DES DIAGONALES ENVISAGEES SUIVANT NOTRE DEFINITION

Moyen de déterminer :

a) Toutes les mailles d'un réseau

Partir d'un schéma fermé.

Prendre systématiquement chaque nœud et rete[nir] ceux d'où partent deux courants.

Een diagonaal is een verbinding tussen de twee takken van een maas, namelijk de verbinding 2 - 4 op de figuur 1, en de richting van de luchtstroom in deze diagonaal wordt bepaald door de aard van de weerstand in verschillende gedeelten van de takken. De lucht stroomt van 2 naar 4 wanneer rl/r2 kleiner is dan r3/r4.

Aan dit begrip van een maas hebben wij in onze huidige nota een bredere betekenis gegeven. Op het schema van de figuur 2 zou Budryk enkel 1 - 6 - 5 en 1 - 2 - 4 - 5 als tak van een maas en alleen 6 - 3 - 4 als diagonaal beschouwen. Op dit zelfde schema nemen wij zes mazen in aanmerking :

1 - 6 - 5 en 1 - 2 - 4 - 5, met 6 - 3 - 4 als diagonaal.

1 - 6 - 3 - 4 en 1 - 2 - 4, met 2 - 3 als diagonaal.

6 - 5 en 6 - 3 - 4 - 5, zonder diagonaal.

1 - 6 - 3 en 1 - 2 - 3, zonder diagonaal.

2 - 4 en 2 - 3 - 4, zonder diagonaal.

1- 2 - 3 - 4 - 5 en 1 - 6 - 5, met 6 - 3 als diagonaal.

Mazen en diagonalen op deze wijze bepaald zijnde, stellen wij vast :

a) Een gedeelte kan een deel zijn van een tak van een maas en tegelijkertijd in een andere tak een diagonaal vormen. Zo is 6 - 3 - 4 een diagonaal in de maas 1 - 6 - 5 en 1 - 2 - 4 - 5, maar tevens een tak in de maas 1 - 6 - 3 - 4 en 1 - 2 - 4 (zie de figuur 2).

b) Bij dusdanige ontleding van het net blijken er veel mazen en veel diagonalen te zijn. Daarom zochten wij een systematisch middel voor opsporing ervan.

B) SYSTEMATISCHE DETERMINATIE VAN DE VOLGENS ONZE DEFINITIE BESCHOUWDE MAZEN EN DIAGONALEN

Middel ter bepaling :

a) Van alle mazen van een ventilatienet

Vertrekkend van een gesloten schema, beschouwen wij systematisch ieder knooppunt en weerhouden wij deze waarvan twee luchtstromen vertrekken.

Pour chacun d'eux, considérer successivement chacun des nœuds suivants et voir s'il est relié au nœud étudié par au moins deux branches n'ayant aucun autre point commun.

b) Si un tronçon de circuit appartient à une ou plusieurs mailles qui ont une ou plusieurs diagonales

— Première méthode

Partir d'un schéma fermé.

1°) Ecrire tous les tronçons dont le tronçon considéré fait partie.

2°) Pour chacun de ces tronçons :
- — Rechercher s'il existe d'autres tronçons ayant même point de départ et même point d'arrivée et n'ayant aucun autre point commun.
- — Ecrire les mailles ainsi trouvées.

3°) Pour chacune de ces mailles, associer systématiquement chaque nœud du premier tronçon avec chaque nœud du second. Lorsqu'une telle dérivation existe, elle est une diagonale dans la maille considérée.

— Deuxième méthode

Une autre méthode, plus rapide lorsque le schéma est simple, consiste à :

1) Ecrire tous les tronçons dont le tronçon considéré fait partie.

2) Examiner pour chacun de ces tronçons toutes les dérivations qui en partent ou y arrivent. Une dérivation qui aboutit sur un autre tronçon qui a un point de départ et d'arrivée communs avec le premier est une diagonale à condition que cette dérivation aboutisse sur le deuxième tronçon en un point situé à l'intérieur de la maille formée par les deux tronçons envisagés.

A titre d'exercice nous utilisons la première méthode dans l'exemple d'application qui suit et tantôt l'une et tantôt l'autre au chapitre D.

c) Dans quelle(s) maille(s) un tronçon de circuit peut être diagonale ou peut faire partie d'une diagonale

Partir d'un schéma fermé.

1°) Ecrire tous les tronçons dont le tronçon considéré fait partie.

2°) Pour chacun de ces tronçons :

a) Prendre en considération chaque nœud situé en amont aérage et d'où partent à la

Voor ieder van hen beschouwen wij achtere volgens elk der volgende knooppunten en g wij na of zij met het bestudeerde knooppunt v bonden zijn door ten minste twee takken zon enig ander gemeenschappelijk punt.

b) Of een gedeelte van het ventilatienet behoort tot één of meerdere mazen met één of meerdere diagonalen

— Eerste methode

Vertrekken van een gesloten schema.

1°) Alle gedeelten noteren waarvan beschouwde gedeelte deel uitmaakt.

2°) Voor elk van deze gedeelten :
- — Opzoeken of er andere gedeelten best met hetzelfde begin- en eindpunt m zonder enig ander gemeenschappe punt.
- — Al de aldus gevonden mazen noteren.

3°) Voor elk van deze mazen systematisch ie knooppunt van het eerste gedeelte met knooppunt van het tweede gedeelte asso ren. Wanneer een zulkdanige deriv bestaat, is zij een diagonaal in de beschouw maas.

— Tweede methode

Een andere methode, die in het geval van eenvoudig schema een snellere uitvoering daarst bestaat uit :

1) Alle gedeelten noteren waarvan het beschou de gedeelte deel uitmaakt.

2) Voor elk van deze gedeelten de er van v trekkende en de er aankomende derivaties zoeken.
Een derivatie, uitlopend op een ander gedee dat met het eerste een vertrekpunt en een a komstpunt gemeenschappelijk heeft, is diagonaal, op voorwaarde dat zij op het twee gedeelte uitloopt in een punt, gelegen binn de maas, gevormd door de twee beschouw gedeelten.

Bij wijze van oefening gebruiken wij de een methode in het hierna volgende toepassingsvo beeld en passen wij in het hoofdstuk D nu eens eerste en dan weer de tweede methode toe.

c) In welke maas of mazen een gedeelte van de luchtstroomomloop een diagonaal of een gedeelte van een diagona kan zijn

Vertrekken van een gesloten schema.

1°) Alle gedeelten noteren waarvan beschouwde gedeelte deel uitmaakt.

2°) Voor elk van deze gedeelten :

a) Ieder luchtstroomopwaarts gelegen kno punt beschouwen waarvan tegelijkert

fois une branche passant par son extrémité amont et une branche passant par son extrémité aval.

b) A partir de chacun des nœuds retenus en a :

— Ecrire toutes les branches qui passent par son extrémité amont, qui ne commencent pas à cette extrémité et n'ont aucun point commun avec lui. L'ensemble de ces branches constitue le groupe A.

— Ecrire toutes les branches qui passent par son extrémité aval, qui ne se terminent pas à cette extrémité et n'ont aucun point commun avec lui. L'ensemble de ces branches constitue le groupe B.

°) Pour former les mailles où le tronçon étudié pourrait être diagonale :

— Considérer l'une après l'autre chaque branche du groupe A.

— Accoupler à chacune de ces branches la ou les branches du groupe B qui partent du même point, arrivent au même point, et n'ont aucun nœud commun avec la branche du groupe A.

xemple d'application :

Nous partons du réseau représenté par le schéa canonique donné figure 3. Un quelconque des :hémas fermés est dessiné (fig. 4).

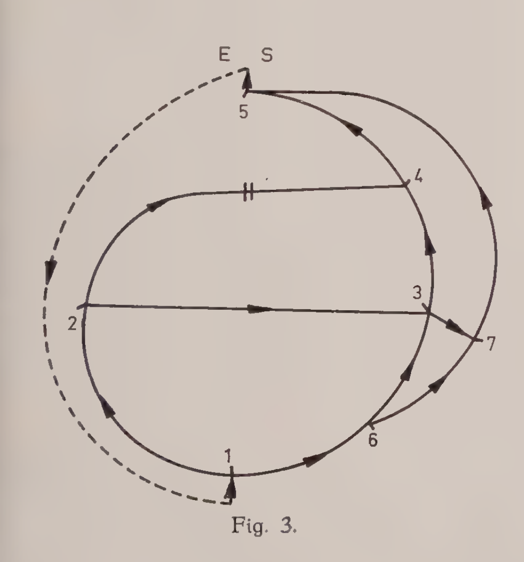


Fig. 3.

Partant de ce schéma fermé :

) Trouver toutes les mailles

– Prendre successivement chaque nœud.

een door zijn luchtstroomopwaartse en een door zijn luchtstroomafwaartse uiteinde passerende tak vertrekt.

b) Vertrekkend van ieder van de weerhouden knooppunten :

— Noteren wij alle door hun luchtstroomopwaartse uiteinden passerende takken, die hun oorsprong niet aan deze uiteinden hebben en die er tevens geen punt mee gemeenschappelijk hebben. Het geheel van deze takken vormt dan de groep A.

— Noteren wij alle door hun luchtstroomafwaartse uiteinden passerende takken, die hun eindpunt niet aan deze uiteinden hebben en die er tevens geen punt mee gemeenschappelijk hebben. Het geheel van deze takken vormt dan de groep B.

3°) Voor het vormen van de mazen waarin het bestudeerde gedeelte een diagonaal zou kunnen zijn :

— Beschouwen wij één na één iedere tak van de groep A.

— Associëren wij met elk van deze takken de tak of takken van de groep B die van hetzelfde punt vertrekken, in hetzelfde punt aankomen en geen enkel knooppunt gemeenschappelijk met de tak van groep A hebben.

Voorbeeld van toepassing :

Wij vertrekken van het ventilatienet, voorgesteld door het kanonieke schema van de figuur 3. Om het even welk gesloten schema wordt getekend (figuur 4).

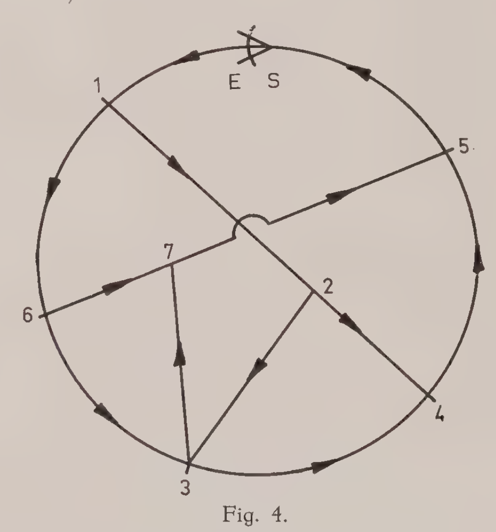


Fig. 4.

Vertrekkend van dit gesloten schema :

a) Alle mazen opzoeken :

— Achtereenvolgens ieder knooppunt beschouwen.

— Chercher à le relier systématiquement à chacun des nœuds suivants.

Nœud 1

— Entre 1 et 2 : pas d'autre branche que 1 - 2.
— Entre 1 et 3 : 1 - 2 - 3 et 1 - 6 - 3, formant une maille.
— Entre 1 et 4 : 1 - 2 - 4 et 1 - 6 - 3 - 4, formant une maille.
— Entre 1 et 5 : branches 1 - 2 - 4 - 5
1 - 2 - 3 - 4 - 5
1 - 6 - 7 - 5
1 - 6 - 3 - 7 - 5
1 - 2 - 3 - 7 - 5

Les branches n'ayant aucun point commun et formant donc une maille sont :
1 - 2 - 4 - 5 et 1 - 6 - 7 - 5
1 - 2 - 4 - 5 et 1 - 6 - 3 - 7 - 5
1 - 2 - 3 - 4 - 5 et 1 - 6 - 7 - 5

— Entre 1 et 6 : pas d'autre branche que 1 - 6.
— Entre 1 et 7 : 1 - 2 - 3 - 7 et 1 - 6 - 7, formant une maille.

Nœud 2

— Entre 2 et 3 : pas d'autre branche que 2 - 3.
— Entre 2 et 4 : 2 - 4 et 2 - 3 - 4, formant une maille.
— Entre 2 et 5 : 2 - 4 - 5 et 2 - 3 - 7 - 5, formant une maille.
— Entre 2 et 7 : une seule branche : 2 - 3 - 7.

Nœud 3

— Entre 3 et 4 : pas d'autre branche que 3 - 4.
— Entre 3 et 5 : 3 - 4 - 5 et 3 - 7 - 5, formant une maille.
— Entre 3 et 7 : pas d'autre branche que 3 - 7.

Nœud 4

Il n'y a pas deux branches qui en partent.

Nœud 5

Il n'y a pas deux branches qui en partent.

Nœud 6

— Entre 6 et 3 : pas d'autre branche que 6 - 3.
— Entre 6 et 4 : pas d'autre branche que 6 - 3 - 4.
— Entre 6 et 5 : 6 - 7 - 5 et 6 - 3 - 4 - 5, formant une maille.
— Entre 6 et 7 : 6 - 7 et 6 - 3 - 7, formant une maille.

Nœud 7

Il n'y a pas deux branches qui en partent.

Nous avons donc 11 mailles au total.

b) Chercher si un tronçon de circuit appartient à une ou des mailles qui ont des diagonales (par la première méthode)

Chercher par exemple si le tronçon 2 - 4 appartient à des mailles qui ont des diagonales. Si tel

— Ieder van deze knooppunten systematisch m elk van de volgende knooppunten trachten verbinden.

Knooppunt 1

— Tussen 1 en 2 : geen andere tak dan 1 -
— Tussen 1 en 3 : 1 - 2 - 3 en 1 - 6 - 3, e maas vormend.
— Tussen 1 en 4 : 1 - 2 - 4 en 1 - 6 - 3 - een maas vormend.
— Tussen 1 en 5 : takken 1 - 2 - 4 - 5
1 - 2 - 3 - 4 - 5
1 - 6 - 7 - 5
1 - 6 - 3 - 7 - 5
1 - 2 - 3 - 7 - 5

De takken die geen enkel punt gemeensch pelijk hebben en die dus een maas vormen zij
1 - 2 - 4 - 5 en 1 - 6 - 7 - 5
1 - 2 - 4 - 5 en 1 - 6 - 3 - 7 - 5
1- 2 - 3 - 4 - 5 en 1 - 6 - 7 - 5

— Tussen 1 en 6 : geen andere tak dan 1 - 6.
— Tussen 1 en 7 : 1 - 2 - 3 - 7 en 1 - 6 - een maas vormend.

Knooppunt 2

— Tussen 2 en 3 : geen andere tak dan 2 - 3.
— Tussen 2 en 4 : 2 - 4 en 2 - 3 -4, een ma vormend.
— Tussen 2 en 5 : 2 - 4 - 5 en 2 - 3 - 7 - een maas vormend.
— Tussen 2 en 7 : enkel de tak 2 - 3 - 7.

Knooppunt 3

— Tussen 3 en 4 : geen andere tak dan 3 -
— Tussen 3 en 5 : 3 - 4 - 5 en 3 - 7 - 5, e maas vormend.
— Tussen 3 en 7 : geen andere tak dan 3 -

Knooppunt 4

Er zijn geen twee takken die er van vertrekke

Knooppunt 5

Er zijn geen twee takken die er van vertrekke

Knooppunt 6

— Tussen 6 en 3 : geen andere tak dan 6 -
— Tussen 6 en 4 : geen andere tak dan 6 - 3 -
— Tussen 6 en 5 : 6 - 7 - 5 en 6 - 3 - 4 - een maas vormend.
— Tussen 6 en 7 : 6 - 7 en 6 - 3 - 7, een ma vormend.

Knooppunt 7

Er zijn geen twee takken die ervan vertrekke

Wij hebben dus elf mazen in het totaal.

b) Opzoeken of een gedeelte van het ventilatie tot één of meerdere mazen met diagonale behoort (volgens de eerste methode)

Bijvoorbeeld opzoeken of het gedeelte 2 - 4 t mazen met diagonalen behoort. Indien zul

t le cas, l'ouverture des portes dans 2 - 4 pourrait occasionner une inversion dans ces diagonales.

) 2 - 4 fait partie des tronçons 2 - 4, 2 - 4 - 5, 1 - 2 - 4 - 5 et 1 - 2 - 4.

) Chercher les mailles formées par chacun de ces tronçons avec un autre tronçon ayant les mêmes extrémités :

— Tronçon 2 - 4 : forme une maille avec 2 - 3 - 4.

— Tronçon 2 - 4 - 5 : forme une maille avec 2 - 3 - 7 - 5.

— Tronçon 1 - 2 - 4 - 5 : forme deux mailles avec respectivement 1 - 6 - 7 - 5 et 1 - 6 - 3 - 7 - 5.

— Tronçon 1 - 2 - 4 : forme une maille avec 1 - 6 - 3 - 4.

) Pour chaque maille, associer chaque nœud d'un tronçon avec chaque nœud de l'autre :

— Maille	2 - 4 2 - 3 - 4	Pas de diagonale.
— Maille	2 - 4 - 5 2 - 3 - 7 - 5	— Entre 4 et 3 : diagonale 3 - 4. — Entre 4 et 7 : pas de diagonale.
— Maille	1 - 2 - 4 - 5 1 - 6 - 7 - 5	— Entre 2 et 6 : pas de diagonale. — Entre 2 et 7 : diagonale 2 - 3 - 7. — Entre 4 et 6 : diagonale 6 - 3 - 4. — Entre 4 et 7 : pas de diagonale.
— Maille	1 - 2 - 4 - 5 1 - 6 - 3 - 7 - 5	Deux nouvelles possibilités : — Entre 2 et 3 : diagonale 2 - 3. — Entre 4 et 3 : diagonale 3 - 4.
— Maille	1 - 2 - 4 1 - 6 - 3 - 4	— Entre 2 et 6 : pas de diagonale. — Entre 2 et 3 : diagonale 2 - 3.

Récapitulons :

3 - 4 est diagonale dans	2 - 4 - 5 2 - 3 - 7 - 5	(fig. 5)
et dans	1 - 2 - 4 - 5 1 - 6 - 3 - 7 - 5	(fig. 6)

het geval is, kan het openen van de ventilatiedeuren in 2 - 4 een luchtomkering in deze diagonalen veroorzaken.

1°) 2 - 4 maakt deel uit van de gedeelten 2 - 4, 2 - 4 - 5, 1 - 2 - 4 - 5 en 1 - 2 - 4.

2°) Opzoeken welke mazen gevormd worden door ieder van deze gedeelten met een ander gedeelte met dezelfde uiteinden :

— Gedeelte 2 - 4 : vormt een maas met 2 - 3 - 4.

— Gedeelte 2 - 4 - 5 : vormt een maas met 2 - 3 - 7 - 5.

— Gedeelte 1 - 2 - 4 - 5 : vormt twee mazen, respektievelijk met 1 - 6 - 7 - 5 en met 1 - 6 - 3 - 7 - 5.

— Gedeelte 1 - 2 - 4 : vormt een maas met 1 - 6 - 3 - 4.

3°) Voor iedere maas elk knooppunt van een gedeelte associëren met ieder knooppunt van het andere gedeelte :

— Maas	2 - 4 2 - 3 - 4	Geen diagonaal.
— Maas	2 - 4 - 5 2 - 3 - 7 - 5	Tussen 4 en 3 : diagonaal 3 - 4. Tussen 4 en 7 : geen diagonaal.
— Maas	1 - 2 - 4 - 5 1 - 6 - 7 - 5	Tussen 2 en 6 : geen diagonaal. Tussen 2 en 7 : diagonaal 2 - 3 - 7. Tussen 4 en 6 : diagonaal 6 - 3 - 4. Tussen 4 en 7 : geen diagonaal.
— Maas	1 - 2 - 4 - 5 1 - 6 - 3 - 7 - 5	Twee nieuwe mogelijkheden : — Tussen 2 en 3 : diagonaal 2 - 3. — Tussen 4 en 3 : diagonaal 3 -4.
— Maas	1 - 2 - 4 1 - 6 - 3 - 4	Tussen 2 en 6 : geen diagonaal. Tussen 2 en 3 : diagonaal 2 - 3.

Rekapitulerend :

3 - 4 is diagonaal in	2 - 4 - 5 2 - 3 - 7 - 5	(fig. 5)
	1 - 2 - 4 - 5 1 - 6 - 3 - 7 - 5	(fig. 6)

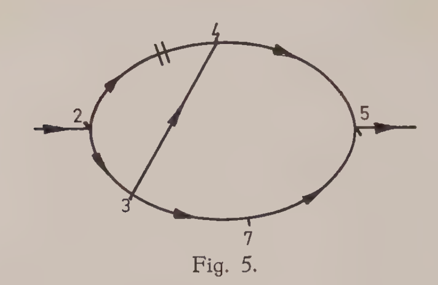


Fig. 5.

2 - 3 - 7 est diagonale dans | 1 - 2 - 4 - 5
1 - 6 - 7 - 5 (fig. 7)

6 - 3 - 4 est diagonale dans | 1 - 2 - 4 - 5
1 - 6 - 7 - 5 (fig. 8)

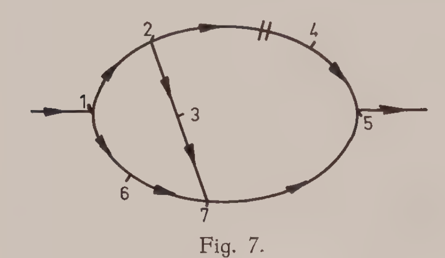


Fig. 7.

2 - 3 est diagonale dans | 1 - 2 - 4 - 5
1 - 6 - 3 - 7 - 5 (fig. 9)

et dans | 1 - 2 - 4
1 - 6 - 3 - 4 (fig. 10)

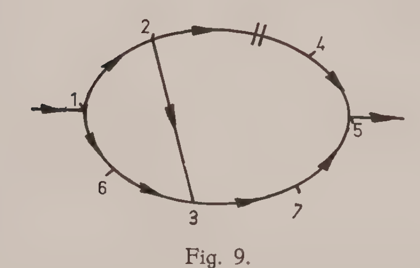


Fig. 9.

L'ouverture des portes en 2 - 4 pourrait donc provoquer une inversion :

— Dans 3 - 4, d'après les figures 5 et 6.
— Dans 2 - 3 - 7, d'après la figure 7.
— Dans 6 - 3 - 4, d'après la figure 8.
— Dans 2 - 3, d'après les figures 9 et 10.

C'est-à-dire tous les tronçons qui partent ou aboutissent au nœud 3, et ces tronçons seuls, sont susceptibles d'une inversion.

c) Chercher dans quelle(s) maille(s) un tronçon peut être diagonale ou peut faire partie d'une diagonale

Cherchons par exemple dans quelles mailles le tronçon 3 - 4 peut être diagonale.

1°) 3 - 4 fait partie des tronçons 3 - 4, 2 - 3 - 4 et 6 - 3 - 4.

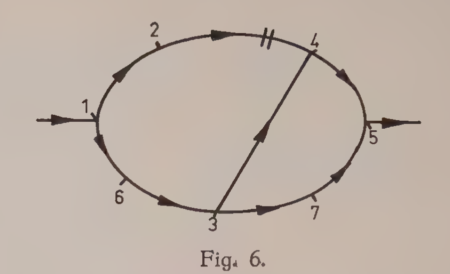


Fig. 6.

2 - 3 - 7 is diagonaal in | 1 - 2 - 4 - 5
1 - 6 - 7 - 5 (fig. 7

6 - 3 - 4 is diagonaal in | 1 - 2 - 4 - 5
1 - 6 - 7 - 5 (fig. 8

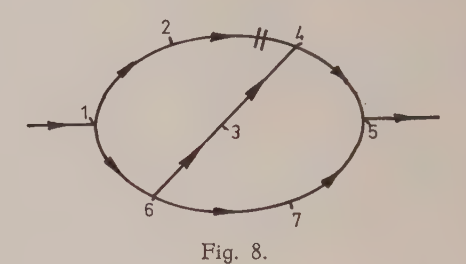


Fig. 8.

2 - 3 is diagonaal in | 1 - 2 - 4 - 5
1 - 6 - 3 - 7 - 5 (fig. 9

en in | 1 - 2 - 4
1 - 6 - 3 - 4 (fig. 10

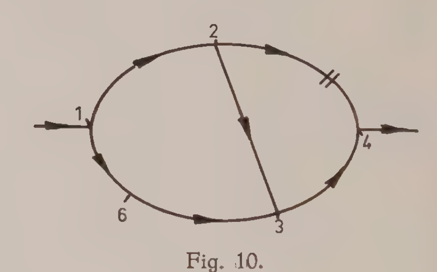


Fig. 10.

Het openen van de ventilatiedeuren in 2 - zou dus een luchtstroomomkering kunnen veroo- zaken in :

— 3 - 4, volgens de figuren 5 en 6.
— 2 - 3 - 7, volgens de figuur 7.
— 6 - 3 - 4, volgens de figuur 8.
— 2 - 3, volgens de figuren 9 en 10.

Dit wil zeggen dat al de gedeelten, en enkel d gedeelten, vertrekkend van of aankomend in h knooppunt 3, aan een luchtstroomomkering onde hevig kunnen zijn.

c) Opzoeken in welke maas of mazen een gedeelt een diagonaal of een deel van een diagona kan zijn :

Zoeken wij bijvoorbeeld op in welke mazen h gedeelte 3 - 4 een diagonaal kan zijn.

1°) 3 - 4 is een deel van de gedeelten 3 - 4, 2 - 3 - en 6 - 3 - 4.

) — Tronçon 3 - 4 :

Les nœuds en amont aérage sont : 2, 1 et 6.

Partant du nœud 2, nous avons :

Groupe A : 2 - 3 - 7 - 5
Groupe B : 2 - 4 - 5

Partant du nœud 1, nous avons :

Groupe A : 1 - 2 - 3 - 7 - 5
1 - 6 - 3 - 7 - 5
Groupe B : 1 - 2 - 4 - 5

Partant du nœud 6, nous avons :

Groupe A : 6 - 3 - 7 - 5
Groupe B : Néant

— Tronçon 2 - 3 - 4 :

Un seul nœud en amont aérage : 1

Partant du nœud 1, nous avons :

Groupe A : Néant
Groupe B : Néant

— Tronçon 6 - 3 - 4 :

Un seul nœud en amont aérage : 1

Partant du nœud 1, nous avons :

Groupe A : 1 - 6 - 7 - 5
Groupe B : 1 - 2 - 4 - 5

°) Rassemblons les groupes A et B :

A : 2 - 3 - 7 - 5
6 - 3 - 7 - 5
1 - 2 - 3 - 7 - 5
1 - 6 - 7 - 5
B : 2 - 4 - 5
1 - 2 - 4 - 5

ccouplons chaque tronçon de A avec ceux de B :

- 3 - 7 - 5 - 4 - 5	Maille où 3 - 4 est diagonale.
- 3 - 7 - 5 - 2 - 4 - 5	Pas de point de départ commun.
- 3 - 7 - 5 - 4 - 5	Pas de point de départ commun.
- 3 - 7 - 5 - 2 - 4 - 5	Pas de point de départ commun.
- 2 - 3 - 7 - 5 - 4 - 5	Pas de point de départ commun.
- 2 - 3 - 7 - 5 - 2 - 4 - 5	Point 2 en commun.
- 6 - 7 - 5 - 4 - 5	Pas de point de départ commun.
- 6 - 7 - 5 - 2 - 4 - 5	Maille où 6 - 3 - 4 est diagonale.

2°) — Gedeelte 3 - 4 :

De luchtstroomopwaartse knooppunten zijn : 2, 1 en 6.

Vertrekkend van het knooppunt 2 hebben wij :

Groep A : 2 - 3 - 7 - 5
Groep B : 2 - 4 - 5

Vertrekkend van het knooppunt 1 hebben wij :

Groep A : 1 - 2 - 3 - 7 - 5
1 - 6 - 3 - 7 - 5
Groep B : 1 - 2 - 4 - 5

Vertrekkend van het knooppunt 6 hebben wij :

Groep A : 6 - 3 - 7 - 5
Groep B : Nihil

— Gedeelte 2 - 3 - 4 :

Eén enkel luchtstroomopwaarts knooppunt : 1

Vertrekkend van het knooppunt 1 hebben wij :

Groep A : Nihil
Groep B : Nihil

— Gedeelte 6 - 3 - 4 :

Eén enkel luchtstroomopwaarts knooppunt : 1.

Vertrekkend van het knooppunt 1 hebben wij :

Groep A : 1 - 6 - 7 - 5
Groep B : 1 - 2 - 4 - 5

3°) Verzamelen wij nu de groepen A en B :

A : 2 - 3 - 7 - 5
6 - 3 - 7 - 5
1 - 2 - 3 - 7 - 5
1 - 6 - 7 - 5
B : 2 - 4 - 5
1 - 2 - 4 - 5

Associëren wij ieder gedeelte van de groep A met dit van de groep B :

2 - 3 - 7 - 5 2 - 4 - 5	Maas waarin 3 - 4 een diagonaal is.
2 - 3 - 7 - 5 1 - 2 - 4 - 5	Geen gemeenschappelijk vertrekpunt.
6 - 3 - 7 - 5 2 - 4 - 5	Geen gemeenschappelijk vertrekpunt.
6 - 3 - 7 - 5 1 - 2 - 4 - 5	Geen gemeenschappelijk vertrekpunt.
1 - 2 - 3 - 7 - 5 2 - 4 - 5	Geen gemeenschappelijk vertrekpunt.
1 - 2 - 3 - 7 - 5 1 - 2 - 4 - 5	Punt 2 is gemeenschappelijk.
1 - 6 - 7 - 5 2 - 4 - 5	Geen gemeenschappelijk vertrekpunt.
1 - 6 - 7 - 5 1 - 2 - 4 - 5	Maas waarin 6 - 3 - 4 een diagonaal is.

Finalement :

3 - 4 est uniquement diagonale dans la maille 2 - 3 - 7 - 5/2 - 4 - 5.

6 - 3 - 4 est uniquement diagonale dans la maille 1 - 6 - 7 - 5/1 - 2 - 4 - 5.

2 - 3 - 4 n'est pas diagonale.

Une inversion dans 3 - 4 proviendra très probablement d'une modification très importante dans une des branches de ces deux mailles.

C) QUE DEVIENT DANS CE CAS LA RELATION EXPRIMANT LE SENS DU COURANT D'AIR DANS UNE DIAGONALE EN FONCTION DES RESISTANCES DES TRONÇONS DES BRANCHES DE LA MAILLE ?

La relation donnée en A ($r1/r2 < r3/r4$) et exprimant le sens du courant d'air dans une diagonale en fonction des résistances des tronçons des branches de la maille n'est plus rigoureuse, mais il reste valable qu'une modification importante dans la résistance d'une branche d'une maille ainsi considérée, si on ne change rien dans le reste du réseau, peut modifier de façon très importante l'intensité et même le sens du courant d'air dans la diagonale.

Compte tenu de la réflexion ci-dessus, il faut bien remarquer que les indications que donne cette méthode sont qualitatives et pas quantitatives. Elles ne sont pas non plus rigoureuses.

Nous disons : « Il est très probable que cela se passera comme cela, ou il est très possible que la modification observée provienne de cela ».

Mais il est déjà très important de pouvoir déterminer ce qui pourrait se passer ou ce qui pourrait être la cause de telle ou telle modification. Le calcul du réseau par ordinateur est certainement l'idéal, mais pour cela il faut un ordinateur qui possède tous les circuits en mémoire, et il faut aussi avoir mesuré les pressions en chaque nœud et calculé la résistance de tous les tronçons du réseau.

Et même quand on possède un ordinateur, il y a grand intérêt à dessiner les circuits d'aérage sous la forme Budryk, car alors, sachant ce qui pourra probablement se passer, on connaît les questions à poser à l'ordinateur et on peut très rapidement obtenir des valeurs chiffrées exactes. C'est ce que Patigny, dans une communication faite à l'Université de Louvain, et Casadamont dans une communication faite aux journées d'études de Saarbrücken (Journées internationales

Uiteindelijk :

3 - 4 is alleen diagonaal in de maas 2 - 3 - 7 - 5/2 - 4 - 5.

6 - 3 - 4 is alleen diagonaal in de maas 1 - 6 - 7 - 5/1 - 2 - 4 - 5.

2 - 3 - 4 is geen diagonaal.

Een luchtomkering in 3 - 4 zal zeer waarschijnlijk voortkomen van een zeer belangrijke wijziging in één van de takken van deze twee mazen.

C) WAT ZAL ER IN DIT GEVAL GEWORDEN VAN DE RELATIE DIE DE RICHTING VAN DE LUCHTSTROOM IN EEN DIAGONAAL AANGEEFT IN FUNKTIE VAN DE WEERSTAND VAN DE GEDEELTEN VAN DE TAKKEN VAN EEN MAAS ?

De in A gegeven verhouding ($r1/r2$ kleiner dan $r3/r4$), die de richting van de luchtstroom in een diagonaal uitdrukt in funktie van de weerstand van de takgedeelten van de maas, is niet meer zo absoluut, maar toch blijft gelden dat een belangrijke wijziging in de weerstand van een tak van de aldus beschouwde maas de intensiteit en zelfs de richting van de luchtstroom in de diagonaal in aanzienlijke mate kan veranderen, wanneer men voor het overige aan het ventilatienet niets wijzigt.

Rekening houdend met deze bedenking, dient duidelijk aangestipt dat de aanduidingen van deze methode kwalitatief en niet kwantitatief zijn. Zij zijn trouwens ook niet absoluut. Daarom zegge men : Het is waarschijnlijk dat dit op deze wijze zal gebeuren of het is zeer goed mogelijk dat de beschouwde wijziging van dit of dat voortkomt.

Het is echter reeds zeer belangrijk te kunnen bepalen wat zich zou kunnen voordoen of welke de oorzaak zou kunnen zijn van deze of gene wijziging.

Een berekening met behulp van een ordinator zou zeker meer juiste gegevens kunnen verstrekken, maar hiervoor zou de ordinator alle luchtstroomomlopen in het geheugen moeten hebben en zouden de druk van ieder knooppunt en de weerstand in alle ventilatienetgedeelten moeten bepaald zijn. Zelfs wanneer men over een ordinator beschikt, blijft het van groot belang de luchtstroomomlopen onder de Budryk-vorm te tekenen, want alsdan, wetend wat er kan gebeuren, kent men de aan de ordinator te stellen vragen en kan men zeer snel de juist berekende waarden bekomen. Zulks werd aangeduid door Patigny bij gelegenheid van een voordracht aan de Katholieke Universiteit van Leuven en door Casadamont in een uiteenzetting op de informatiedagen

étude et d'information sur les problèmes de curité minière à l'intention des ingénieurs des ines, organisées par l'Organe Permanent pour Sécurité et la Salubrité dans les Mines de ouille de la Commission des Communautés uropéennes) ont montré. Tous deux associent le héma Budryk et l'ordinateur.

D'aucuns ont dit que le schéma était difficile faire pour les mines ayant un réseau d'aérage mpliqué. C'est précisément lorsque le réseau est mpliqué que le schéma canonique peut donner plus d'aide. Avec un peu d'exercice et si on mmence par des cas simples, on acquiert très te le doigté nécessaire. L'exemple choisi par atigny dans son exposé était le réseau d'aérage la mine « Holland » dans le bassin de la Ruhr République Fédérale Allemande). C'était un seau très compliqué et c'est grâce au schéma udryk qu'on a pu rapidement sérier toutes les uestions à poser à l'ordinateur. Il y aurait, quant nous, très grand avantage que chaque ingénieur e division possède le schéma canonique de sa ivision.

Si un incendie se déclare à quelqu'endroit, il essine le circuit fermé en mettant en opposition éométrique la force aéromotrice qui se situe ntre l'entrée et la sortie d'air de sa division et force aéromotrice de l'incendie. Il peut ainsi rendre compte immédiatement des dangers renversement d'aérage, explosion, etc...) et des esures à prendre.

D) EXEMPLE D'APPLICATION DE LA METHODE DANS LE CAS D'UN INCENDIE

Cette méthode permet en cas d'incendie de dicer rapidement et sans calcul les mesures imméiates à prendre :

) Pour éviter le retournement du courant d'air dans certains chantiers ou tronçons de voie.

) Pour diminuer le danger d'explosion lors de la construction de barrages.

Pour faciliter l'exposé, nous traiterons un xemple.

La figure 11 représente plus ou moins en perspective le schéma d'aérage d'un quartier.

Dans ce quartier il y a deux tailles en exploiation : la taille 12 - 13 avec aérage montant et a taille 3 - 4 avec aérage descendant.

Partant de la figure 11 nous dessinons le chéma canonique de Budryk (fig. 12). Ce schéma

te Saarbrücken/Duitse Bondsrepubliek (internationale studie- en informatiedagen aangaande veiligheidsproblemen in de steenkolenmijnen, ter intentie van de mijningenieurs georganiseerd door het Permanent Orgaan voor de Veiligheid en de Gezondheidsvoorwaarden in de Steenkolenmijnen van de Kommissie van de Europese Gemeenschappen). Beiden associëren zij het « Budryk »-schema en de ordinator.

Sommigen hebben gezegd dat het « Budryk »-schema moeilijk te maken is voor hetgeen betreft de mijnen met een ingewikkeld ventilatienet. Het is nochtans precies dan dat het kanonieke schema de meeste hulp bieden kan. Met een weinig oefening en door met eenvoudige gevallen te beginnen verwerft men vlug de vereiste behendigheid.

Het door Patigny gekozen voorbeeld voor zijn voordracht te Leuven was het ventilatienet van de « Holland »-mijn van het Ruhr-gebied (Duitse Bondsrepubliek). Dit net was zeer ingewikkeld, maar door toepassing van de « Budryk »-methode konden alle aan de ordinator te stellen vragen bepaald worden, zonder ook maar één te vergeten.

Het ware wenselijk dat iedere afdelingsingenieur het kanonieke schema van zijn divisie zou bezitten. Bij het uitbreken van een brand zou hij aldus het gesloten schema kunnen tekenen door de aëromotorische kracht van het vuur en deze gelegen tussen de luchtingang en de luchtuitgang van zijn afdeling in geometrische oppositie te plaatsen. Op deze manier zou hij zich dan onmiddellijk rekenschap kunnen geven van de gevaren (luchtstroomomkering, ontploffing, enz...) en van de te treffen maatregelen.

D) VOORBEELD VAN TOEPASSING VAN DE METHODE IN GEVAL VAN BRAND

De besproken methode maakt het mogelijk in geval van brand snel en zonder rekenen de onmiddellijk te nemen maatregelen te bepalen :

a) Ter vermijding van een omkering van de luchtstroom in bepaalde werkplaatsen of galerijgedeelten.
b) Ter vermindering van het ontploffingsgevaar bij het oprichten van afdammingen.

Voor het gemak van de uiteenzetting zullen wij een voorbeeld behandelen.

De figuur 11 stelt, min of meer in perspektief, het verluchtingsschema van een afdeling voor. In deze afdeling zijn er twee pijlers in uitbating :

1°) De pijler 12 - 13 met stijgende verluchting.
2°) De pijler 3 - 4 met dalende verluchting.

Vertrekkend van de figuur 11, tekenen wij het kanonieke « Budryk »-schema op de figuur 12, op

fait abstraction de toute contrainte géométrique.

welk schema abstraktie wordt gemaakt van iedere geometrische gedwongenheid.

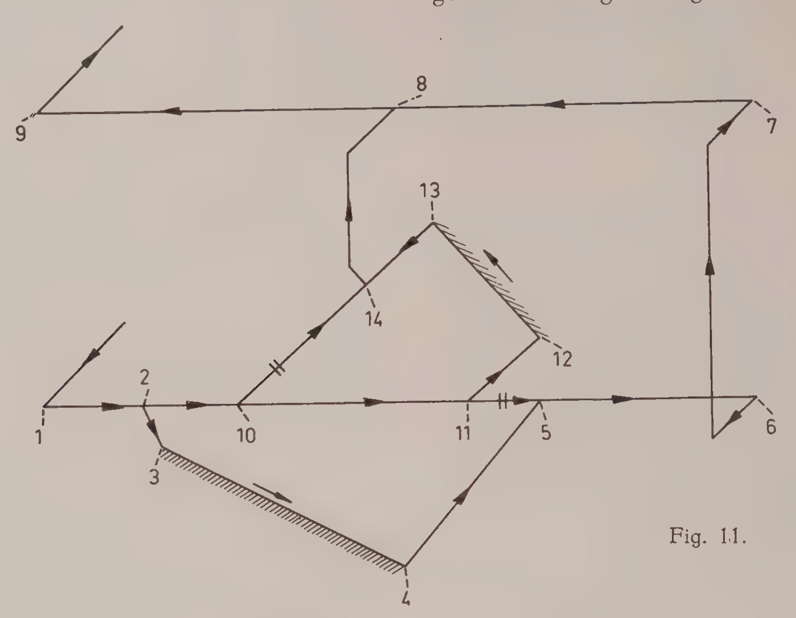


Fig. 11.

Pour passer de la figure 11 à la figure 12 :

1°) Nous numérotons tous les nœuds.

2°) Nous dessinons tous les circuits d'aérage en prenant comme convention que l'entrée d'air pour le quartier se situe en bas du dessin et que la sortie se place en haut du dessin.

Om van de figuur 11 naar de figuur 12 over te gaan :

1°) Nummeren wij alle knooppunten.

2°) Tekenen wij alle verluchtingsomlopen, waarbij wij bij wijze van konventie aannemen dat de luchtingang van de afdeling onderaan de tekening en de luchtuitgang ervan bovenaan de tekening gelegen is.

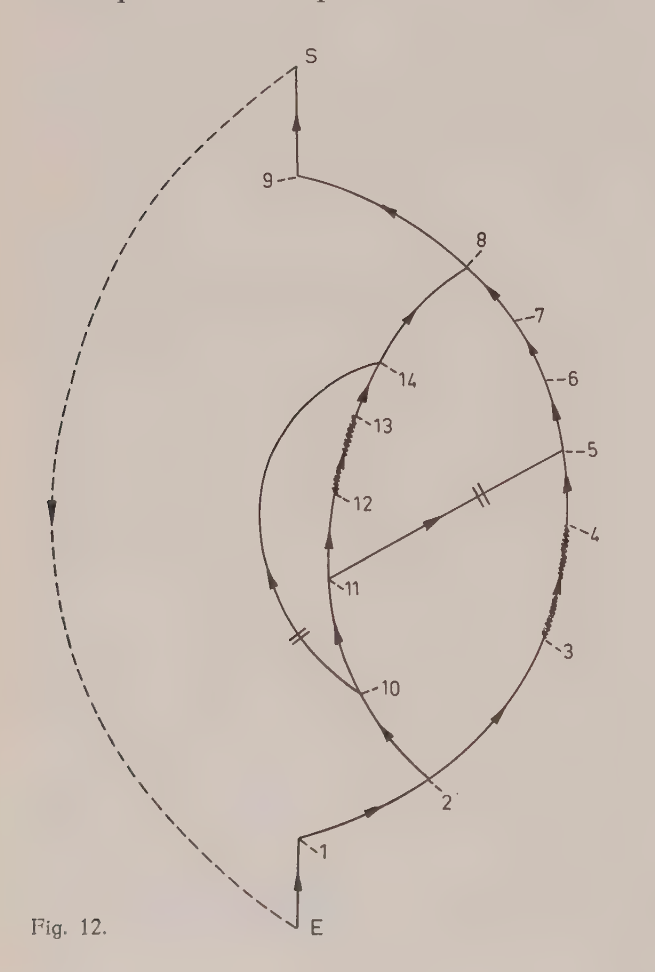


Fig. 12.

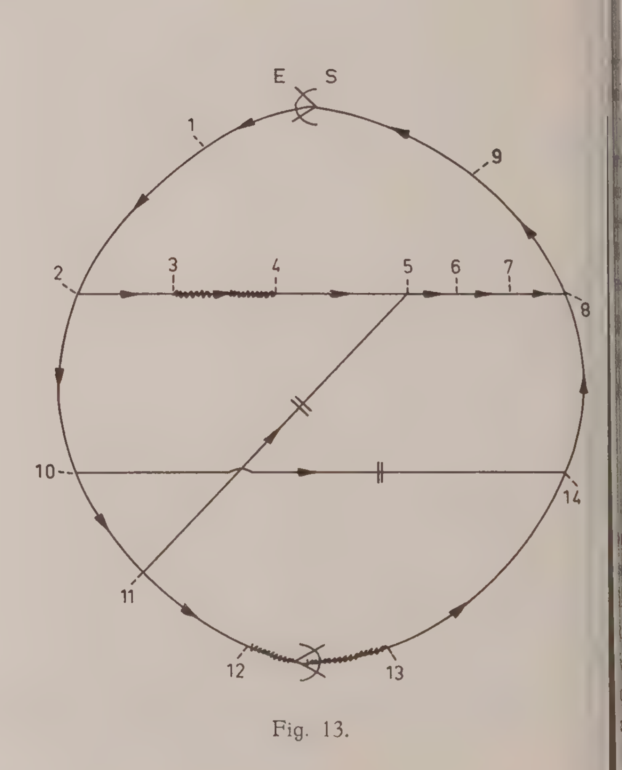


Fig. 13.

ous remarquons que, si nous connaissons les ntiels des nœuds et que si nous situons ceux-ci notre dessin en corrélation avec une échelle cale tracée sur le côté de la figure, tous les ants sont montants.

us une branche est voisine de l'horizontale, le courant y est instable et si, par suite de ifications dans le réseau, l'inclinaison de la nche change de sens, le sens du courant y est i inversé.

ncendie dans une taille avec aérage montant

pposons qu'un incendie se déclare dans la e 12 - 13 (aérage montant). Partant du ma canonique figure 12, nous dessinons le ma fermé (fig. 13) en plaçant 12 - 13 en osition avec la force aéromotrice principale. force aéromotrice du feu agit dans le même que la force aéromotrice du ventilateur et la ression en 14 diminue. Si elle devient infé- re à la dépression en 10, le courant sera rsé en 10 - 14.

ans ce cas les fumées passeront en partie sur ronçon 10 - 11 et peut-être 11 - 5 - 6 - 7 - 8.

nous voulons éviter celà, il faut, dès que endie est déclaré, prendre immédiatement les ures suivantes :

Augmenter la résistance de 11 - 14 en barrant de suite entre 11 et 12.

Augmenter le passage d'air en 10 - 14, donc ouvrir les portes.

e chantier 12 - 13 étant grisouteux, nous ons essayer d'y garder environ le même débit vant l'incendie.

ais une modification importante dans la nche d'une maille peut apporter des modifica- s importantes dans les diagonales qui appar- nent à cette maille. Voyons si le tronçon 10 - fait partie d'une ou plusieurs mailles qui ont diagonales.

- 14 fait partie des tronçons :

- 14
- 14 - 8
10 - 14
10 - 14 - 8

herchons si l'un ou plusieurs de ces tronçons partie d'une ou plusieurs branches de mail- qui ont une ou plusieurs diagonales (1ère mé- de). Pour chaque tronçon, on recherche s'il en te d'autres ayant mêmes points de départ et rivée et n'ayant aucun autre point commun. r chacune des mailles ainsi trouvées, on re- rche les diagonales.

Wij merken op dat, indien wij de potentialen van de knooppunten kennen en wij deze op onze tekening in korrelatie met een bezijden de figuur getrokken vertikale schaal situeren, alle luchtstromen stijgend zijn.

Hoe meer een tak het horizontale benadert, des te meer is de luchtstroom er onstabiel en, indien de inklinatie van de tak ter oorzake van wijzigingen in het luchtstroomnet zou gewijzigd worden, zou de richting van de luchtstroom er ook omgekeerd worden.

a) Brand in een pijler met stijgende verluchting

Veronderstellen wij dat er een brand zou uitbreken in de pijler 12 - 13 met stijgende verluchting.

Vertrekkend van het kanonieke schema van de figuur 12, tekenen wij het gesloten schema op de figuur 13, waarbij wij 12 - 13 in oppositie met de voornaamste aëromotorische kracht plaatsen. De aëromotorische kracht van het vuur ageert in dezelfde richting als de aëromotorische kracht van de ventilator en de onderdruk in 14 vermindert. Indien deze onderdruk geringer zou worden dan de onderdruk in 10, zal de luchtstroom in 10 - 14 omgekeerd worden. In dat geval zal de brandrook gedeeltelijk in het gedeelte 10 - 11 en misschien ook in het gedeelte 11 - 5 - 6 - 7 - 8 doorstromen. Om dit te vermijden, dient onmiddellijk na het uitbreken van het vuur :

1°) De weerstand in 11 - 14 verhoogd te worden door tussen 11 en 12 af te dammen.

2°) De luchtdoorgang in 10 - 14 vermeerderd te worden, hetgeen het openen van de ventilatiedeuren vereist.

Daar 12 - 13 echter mijngashoudend is, dient getracht te worden er ongeveer hetzelfde debiet als vóór het uitbreken van de brand te behouden.

Een belangrijke wijziging in de tak van een maas kan echter aanzienlijke veranderingen aanbrengen in de tot deze maas behorende diagonalen.

Laten wij nazien of het gedeelte 10 - 14 deel uitmaakt van één of meer mazen met diagonalen.

10 - 14 maakt deel uit van de gedeelten :

10 - 14
10 - 14 - 8
2 - 10 - 14
2 - 10 - 14 - 8

Laten wij vervolgens opzoeken of één of meerdere van deze gedeelten deel uitmaken van één of meerdere maastakken die één of meerdere diagonalen hebben (eerste methode). Hiervoor wordt voor ieder gedeelte nagegaan of er eventueel andere gedeelten bestaan met hetzelfde vertrek- en eindpunt maar zonder ander gemeenschappelijk punt. Voor elk van de aldus gevonden mazen worden dan de diagonalen opgezocht.

10 - 14 forme une maille avec 10 - 11 - 12 - 13 - 14 ; pas de diagonale.

2 - 10 - 14 : pas de maille.

2 - 10 - 14 - 8 forme une maille avec 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 : pas de diagonale.

10 - 14 - 8 forme une maille avec 10 - 11 - 5 - 6 - 7 - 8 et le tronçon 11 - 12 - 13 - 14 est diagonale dans cette maille (fig. 14).

10 - 14 vormt een maas met 10 - 11 - 12 - 13 - 1 geen diagonaal.

2 - 10 - 14 : geen maas.

2 - 10 - 14 - 8 vormt een maas met 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 : geen diagonaal.

10 - 14 - 8 vormt een maas met 10 - 11 - 5 - 6 - 7 en het gedeelte 11 - 12 - 13 - 14 is een diagonaa deze maas (zie de figuur 14).

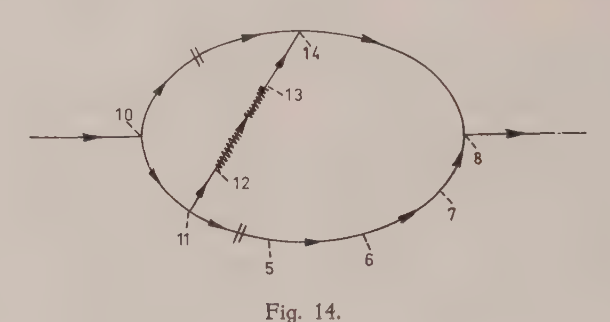


Fig. 14.

Si j'ouvre trop fort 10 - 14, il est possible d'avoir un retournement dans 11 - 12 - 13 - 14, retour des gaz de combustion sur le feu et possibilité d'explosion.

Il faut ouvrir 10 - 14 mais *prudemment* d'autant plus que l'arrivée d'air frais en 14 pourrait provoquer un feu secondaire. L'ouverture de 10 - 14 risque aussi d'inverser 10 - 5 par 2 - 3 - 4 - 5.

Il y a une autre latérale où on pourrait craindre un renversement : c'est 11 - 5 - 6 - 7 - 8.

A moins d'un incendie excessivement violent, il y a moins de chance d'avoir ce retournement, la différence de pression entre 11 et 8 étant importante. Il faut d'ailleurs être très prudent aussi dans l'ouverture de 11 - 5 si on veut le faire, car on risque aussi d'après le schéma précédent (fig. 14) d'avoir un retournement dans 11 - 12 - 13 - 14.

Maintenant que les mesures immédiates sont prises, il faut barrer l'incendie. L'idéal est de barrer 11 - 12 et 13 - 14.

Avec les moyens actuels de barrages au plâtre soit pneumatique ou hydraulique, ce n'est ordinairement plus un problème de faire un barrage résistant à une explosion dans une voie de chantier surtout que le transport peut se faire à longue distance.

Le problème est l'étanchéité, mais, par le réglage des portes dans 10 - 14 et 11 - 5 (fig. 14), il y a probablement moyen d'avoir des pressions peu différentes en 11 et 14. Donc s'il y a moyen, il ne faut pas hésiter à placer les barrages en 11 - 12 et 13 - 14.

Indien 10 - 14 al te veel geopend wordt het mogelijk een luchtstroomomkering 11 - 12 - 13 - 14, terugkeer van de verbrandin gassen op het vuur en gevaar voor ontploffing bekomen.

Daarom moet 10 - 14 zeer voorzichtig geop worden, te meer omdat de aanvoer van fr lucht in 14 een sekundair vuur zou kunnen v oorzaken. Door het openen van 10 - 14 loopt m tevens het gevaar 10 - 5 om te keren la 2 - 3 - 4 - 5.

Ook in de laterale 11 - 5 - 6 - 7 - 8 zou m een luchtstroomomkering mogen vrezen, maar, houdens in geval van uitzonderlijk hevige bra is deze minder te verwachten, omdat het druk schil tussen 11 en 8 groot is. Men dient trouw ook bij het eventueel openen van 11 - 5 zeer vo zichtig te zijn, vermits men volgens het sche van de figuur 14 gevaar loopt een luchtstroo omkering te krijgen in 11 - 12 - 13 - 14.

Nu de onmiddellijk te nemen maatrege getroffen zijn, dient de brand afgedamd te w den. Hiervoor verspert men best 11 - 12 en 13 -

Met de huidige mogelijkheden van pneum sche of hydraulische oprichting van gipsdamm is het over het algemeen niet moeilijk in werkplaatsgalerij een aan ontploffingen weerst biedende dam op te richten, vooral omdat gipsaanvoer van op grote afstand gebeuren kan

Het bekomen van een voldoende dichth vormt het grootste probleem, maar in 11 en 14 kan een praktisch gelijke druk bereikt wor door regeling van de ventilatiedeuren in 10 - en in 11 - 5 (zie figuur 14). Indien daartoe mogelijkheid bestaat, moet dus niet geaarz worden de afdammingen in 11 - 12 en in 13 - te plaatsen.

pposons qu'il ne soit pas possible de barrer l - 12 et que nous soyons obligés de le faire 0 - 11, 13 - 14 et 11 - 5. Dans quel ordre ruire ces barrages pour avoir le moins de er possible d'explosion ?

Barrage en 10 - 11.

Que pourrait-il se passer lorsque je barre complètement 10 - 11 ?

Chercher si 10 - 11 fait partie d'une branche d'une ou plusieurs mailles qui ont une ou plusieurs diagonales (2e méthode).

10 - 11 fait partie de 2 - 10 - 11 - 12 - 13 - 14 - 8 qui a une bifurcation 11 - 5 qui aboutit à 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8.

11 - 5 est diagonale (fig. 15).

En barrant 10 - 11, je risque l'inversion dans 11 - 5 par le circuit 2 - 3 - 4 - 5, ce qui n'a pas d'inconvénient pour l'explosion.

10 - 11 fait aussi partie de 10 - 11 - 5 - 6 - 7 - 8 qui a une dérivation 11 - 12 - 13 - 14 qui aboutit à 10 - 14 - 8.

11 - 12 - 13 - 14 est diagonale (fig. 16).

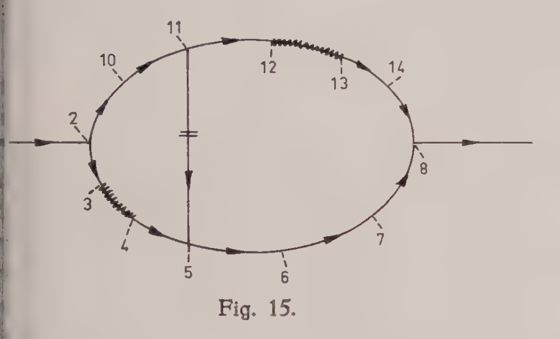


Fig. 15.

En barrant 10 - 11 je risque d'inverser le courant d'air en 12 - 13 par le circuit 10 - 14 et d'avoir l'explosion. Donc prudence.

En résumé :

En barrant 10 - 11, il peut y avoir inversion dans 11 - 5 par 2 - 3 - 4 - 5 ou inversion dans 12 - 13 (danger d'explosion) par 10 - 14.

Barrer 11 - 5.

Que pourrait-il se passer en barrant 11 - 5 ?

Chercher si 11 - 5 fait partie d'une branche d'une ou plusieurs mailles qui ont une ou des diagonales (2e méthode). Le tronçon 10 - 11 - 5 - 6 - 7 - 8 a une dérivation 11 - 12 - 13 - 14 qui arrive en 14 sur le tronçon 10 - 14 - 8.

In de veronderstelling dat het onmogelijk zou blijken een dam in 11 - 12 op te richten en dat men verplicht zou zijn de afdammingen in 10 - 11, 13 - 14 en 11 - 5 te plaatsen, in welke volgorde zouden dan deze afdammingen moeten gebouwd worden om het ontploffingsgevaar zoveel mogelijk te verminderen ?

1°) Wat zou er kunnen gebeuren bij volledige afdamming van 10 - 11 ?

Vooreerst dient opgezocht te worden of 10 - 11 deel uitmaakt van een tak van één of meerdere mazen met één of meerdere diagonalen (tweede methode).

10 - 11 is een gedeelte van 2 - 10 - 11 - 12 - 13 - 14 - 8, die een vertakking 11 - 5 heeft, uitlopend in 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8.

11 - 5 is een diagonaal (zie de figuur 15).

Door 10 - 11 af te dammen zou men in 11 - 5 een luchtstroomomkering kunnen veroorzaken door de omloop 2 - 3 - 4 - 5, hetgeen niet ontploffingsgevaarlijk is.

10 - 11 is tevens een gedeelte van 10 - 11 - 5 - 6 - 7 - 8, die een derivatie 11 - 12 - 13 - 14 heeft, die uitloopt op 10 - 14 - 8.

11 - 12 - 13 - 14 is een diagonaal (zie de figuur 16).

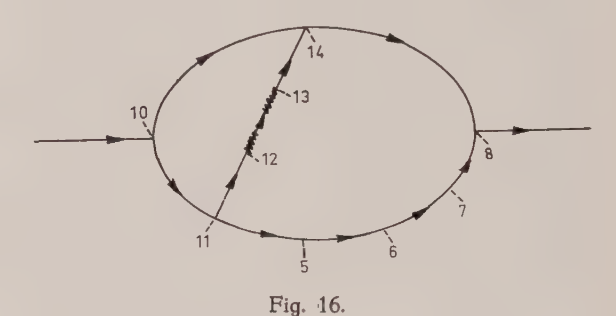


Fig. 16.

Door afdamming van 10 - 11 riskeert men door de omloop 10 - 14 de luchtstroom in 12 - 13 om te keren en aldus een ontploffing te veroorzaken.

Men moet derhalve voorzichtig te werk gaan.

Samenvattend kan dus gezegd worden dat door 10 - 11 af te dammen er zich langs 2 - 3 - 4 - 5 in 11 - 5 een luchtstroomomkering zou kunnen voordoen of langs 10 - 14 in 12 - 13 (gevaar voor ontploffing).

2°) Wat zou er kunnen gebeuren bij afdamming van 11 - 5 ?

Vooreerst dient opgezocht te worden of 11 - 5 deel uitmaakt van een tak van één of meerdere mazen met één of meerdere diagonalen (tweede methode).

Het gedeelte 10 - 11 - 5 - 6 - 7 - 8 - heeft de derivatie 11 - 12 - 13 - 14, die in 14 op het gedeelte 10 - 14 - 8 aankomt.

11 - 12 - 13 - 14 est diagonale (fig. 17).

Si je barre 11 - 5, je renforce 11 - 14 et donc le courant d'air sur le feu par le circuit 10 - 11.

3°) Barrer 13 - 14.

Que pourrait-il se passer en barrant 13 - 14 ? Chercher si 13 - 14 fait partie d'une branche d'une ou plusieurs mailles qui ont une ou des diagonales (2e méthode).

2 - 10 - 11 - 12 - 13 - 14 - 8 a une dérivation 11 - 5 qui arrive en 5 sur le tronçon 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8.

Nous avons la maille figure 18 avec 11 - 5 diagonale.

Si je barre 13 - 14, je renforce 11 - 5 par le circuit 2 - 10 - 11.

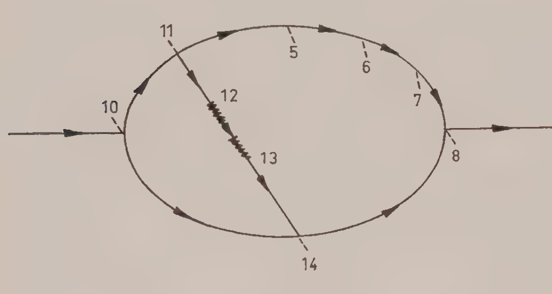


Fig. 17.

Donc :

Barrer 10 - 11 = Risque d'inverser 11 - 5 par le circuit 2 - 3 - 4 - 5, et danger d'explosion par renversement dans 12 - 13 par le circuit 10 - 14.

Barrer 11 - 5 = Renforcer 12 - 13 par le circuit 10 - 11.

Barrer 13 - 14 = Renforcer 11 - 5 par le circuit 2 - 10 - 11.

Logiquement fermer les 3 barrages ensemble ou 11 - 5 et 10 - 11 ensemble et 13 - 14 après.

b) Incendie au pied d'un puits intérieur

Supposons maintenant que l'incendie se déclare au pied du puits intérieur 14 - 8 (fig. 11). Ce sous-puits étant revêtu en bois, la force aéromotrice H/3 peut devenir très vite importante. Quelles mesures doit-on prendre immédiatement ?

Faire le schéma fermé en mettant le feu en opposition géométrique avec le ventilateur principal (fig. 19). La force aéromotrice agit dans le même sens que celle du ventilateur.

11 - 12 - 13 - 14 is een diagonaal (zie figuur 17).

Door afdamming van 11 - 5 versterkt 1 11 - 14 en door de omloop 10 - 11 dus te de luchttoevoer op het vuur.

3°) Wat zou er kunnen gebeuren door afd ming van 13 - 14 ?

Vooreerst dient opgezocht te worden of 13 deel uitmaakt van een tak van één meerdere mazen met één of meerdere di nalen (tweede methode).

2 - 10 - 11 - 12 - 13 - 14 - 8 heeft de d vatie 11 - 5, die in 5 op het gede 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 aankomt.

Men heeft de maas van het schema van figuur 18 met 11 - 5 als diagonaal.

Door 13 - 14 af te dammen versterkt 11 - 5 langs de omloop 2 - 10 - 11.

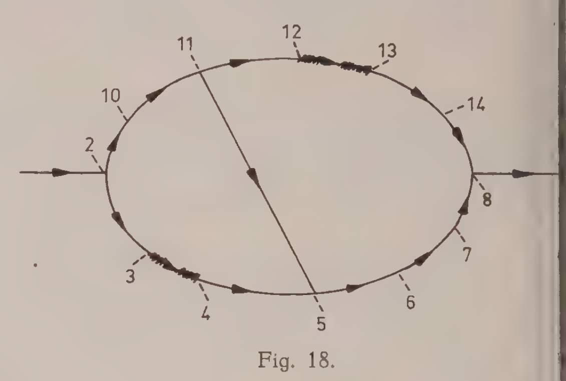


Fig. 18.

Dus :

10 - 11 afdammen = Mogelijkheid van lu stroomomkering in 11 - 5 langs de oml 2 - 3 - 4 - 5 en gevaar voor ontploffing d luchtstroomomkering in 12 - 13 langs omloop 10 - 14.

11 - 5 afdammen = Versterking van 12 langs de omloop 10 - 11.

13 - 14 afdammen = Versterking van 11 langs de omloop 2 - 10 - 11.

Logischerwijze dienen de drie dammen ge tijdig gesloten te worden ofwel 11 - 5 en 10 samen en daarna 13 - 14.

b) Brand aan de voet van een binnenschacht

Veronderstellen wij nu dat de brand uitbr aan de voet van de binnenschacht 14 - 8 (zie figuur 11). Door de aanwezigheid van een ho bekleding aldaar zou de aëromotorische kr H/3 zeer belangrijk kunnen worden. Daa dient men zich af te vragen welke maatreg onmiddellijk genomen dienen te worden.

Om dit te bepalen maakt men het gesl schema, waarbij men het vuur in geometri oppositie met de hoofdventilator plaatst (zie figuur 19). De aëromotorische kracht ageert dezelfde zin als deze van de ventilator.

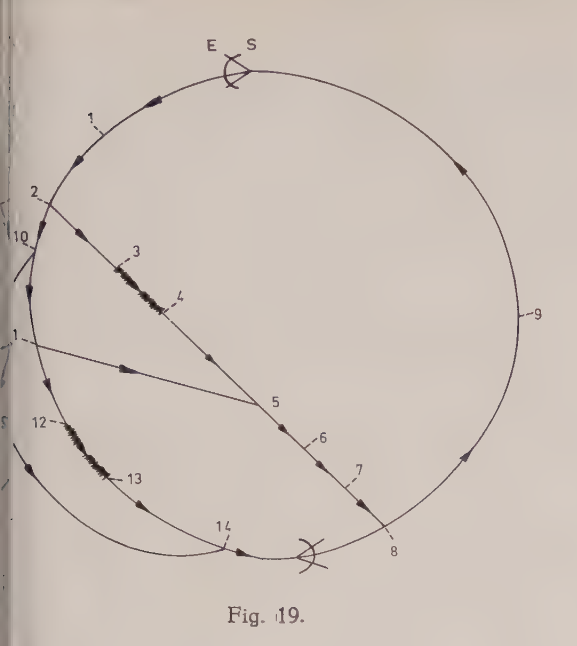


Fig. 19.

›e feu en 14 - 8 tire sur 12 - 13 : pas de danger
ıédiat d'inversion en 12 - 13. Mais si la pres-
ı en 8 devient supérieure à la pression en 2,
ersion de 8 vers 2 et passage des fumées en
4, ce qui est très dangereux.

e même si la pression en 8 devient supérieure
pression en 11, inversion dans 8 - 7 - 6 - 5 - 11
ar le fait même les fumées passeront en 12 - 13,
ui est très dangereux.

onc : ouvrir 11 - 5 et 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7.

arrer si possible au pied de 14.

i ce n'est pas possible, barrer entre 11 et 12
façon à ce qu'il ne passe pas plus d'air
ıvant en 12 - 13 (grisou) et barrer le plus
ible entre 10 et 14. Pour étudier les dangers
ıltant de la construction de barrages nous rai-
ıons de la même façon que pour le cas pré-
ent.

Incendie dans une taille avec aérage descendant

upposons enfin que l'incendie se déclare dans
aille 3 - 4 avec aérage descendant.

uelles mesures prendre ?

essiner le schéma fermé qui met en opposi-
geométrique la force aéromotrice de l'incen-
avec la force aéromotrice du ventilateur
. 20).

ans ce cas la force aéromotrice de l'incendie
dans le sens opposé à celle du ventilateur.

n regardant le schéma, nous voyons que si la
e aéromotrice du feu est importante on pour-

Het vuur in 14 - 8 trekt op 12 - 13 : geen onmiddellijk gevaar voor luchtstroomomkering. Indien echter de druk in 8 groter zou worden dan deze in 2, dan zal er zich een luchtstroomomkering van 8 naar 2 voordoen en zullen de brandgassen in 3 - 4 binnendringen, hetgeen zeer gevaarlijk is. Zo ook zal, indien de druk in 8 groter zou worden dan deze in 11, er zich in 8 - 7 - 6 - 5 - 11 een luchtstroomomkering voordoen en zullen door het feit zelf de brandgassen in 12 - 13 binnendringen, hetgeen eveneens zeer gevaarlijk is.

Dus moeten 11 - 5 en 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 geopend worden.

Indien mogelijk dient afgedamd te worden aan de voet van 14.

Moest zulks niet mogelijk blijken, kan tussen 11 en 12 afgedamd worden, zodanig dat er in 12 - 13 niet meer lucht dan voorheen doorstroomt (mijngas) en dient tussen 10 - 14 zoveel mogelijk afgedicht te worden.

De gevaren, voortspruitend uit de oprichting van deze dammen, worden bestudeerd door op dezelfde wijze als voor het voorgaande geval te redeneren.

c) Brand in een pijler met dalende verluchting

Veronderstellen wij tenslotte dat er een brand zou uitbreken in de pijler 3 - 4 met dalende verluchting.

Om te bepalen welke maatregelen in dit geval moeten genomen worden, tekenen wij het gesloten schema van de figuur 20, waarbij wij de aëromotorische kracht van het vuur in geometrische oppositie met de aëromotorische kracht van de ventilator plaatsen. In dit geval ageert de aëromotorische kracht van het vuur in tegengestelde zin van deze van de ventilator. Wij kunnen aan de hand van dit schema vaststellen dat, indien de

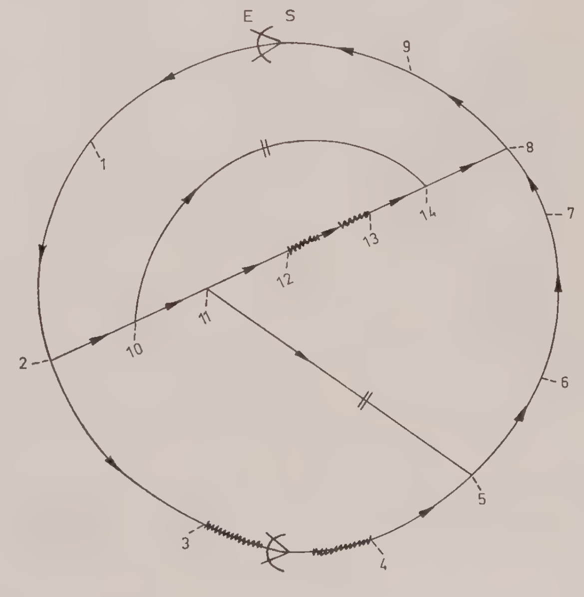


Fig. 20.

rait avoir renversement du courant d'air dans 2 - 3 et des fumées pourraient repasser sur la taille 12 - 13.

Pour éviter cela : renforcer le courant d'air dans la direction 3 - 4. Ouvrir 2 - 3. Barrer partiellement 2 - 10. Ne pas ouvrir 11 - 5 ni 10 - 14.

Pour la construction des barrages raisonner comme nous avons fait dans le premier cas.

E) EXEMPLE D'APPLICATION DE LA METHODE DANS D'AUTRES CAS QUE CEUX DE L'INCENDIE

Le schéma fermé peut aussi être utilisé dans d'autres cas que ceux de l'incendie :

1) On peut préjuger de ce qui pourrait se passer si on modifie fortement la résistance d'un tronçon. Par exemple : ouverture de portes ou éboulements massifs. Pour cela on raisonne comme nous l'avons fait pour voir les modifications importantes qui pourraient se produire lors de la construction des barrages. Une modification importante dans la branche d'une maille peut apporter des modifications importantes dans les diagonales qui appartiennent à cette maille. Il faut donc, comme nous l'avons fait au paragraphe b du chapitre B ainsi que pour l'établissement des barrages, chercher si le tronçon où on a apporté la modification importante fait partie d'une ou plusieurs branches de maille qui ont une ou plusieurs diagonales.

   Nous ne reviendrons pas sur ce problème. Il a été traité.

2) Si on constate une inversion dans un tronçon, on peut chercher d'où cela pourrait provenir.

   S'il y a inversion, c'est que ce tronçon est diagonale dans une maille dont on a modifié fortement la résistance d'une des branches. Il faut chercher à quelle(s) maille(s) appartient cette diagonale.

   Il y a moyen de le faire systématiquement :

   Supposons que nous constations une inversion dans 12 - 13 (voir paragraphe c du chapitre B).

aëromotorische kracht van het vuur belan zou zijn, men in 2 - 3 een luchtstroomomk zou kunnen krijgen en dat de brandgassen den kunnen terugstromen in de pijler 12

Om zulks te vermijden dient de luchtst in de richting 3 - 4 versterkt te worden, men 2 - 3 openen, 2 - 10 gedeeltelijk afdam en noch 11 - 5 noch 10 - 14 openen.

De bouw van de dammen dient beredenee worden op dezelfde wijze als gedaan voor eerstvernoemde geval.

E) VOORBEELD VAN TOEPASSING VAN DE METHODE OP ANDERE DAN BRANDGEVALLEN

Het gesloten schema kan ook in andere g len dan bij gelegenheid van brand gebr worden.

a) Men kan zich voorafgaandelijk een oo vellen over hetgeen zou kunnen gebeuren neer men de weerstand van een gedeelte de ventilatiekring in aanzienlijke mate wijzigen.

   Nemen wij bij wijze van voorbeeld het g van opening van ventilatiedeuren of het g van massale instortingen. Hierbij reden wij op dezelfde wijze als gedaan voor opsporen van door het bouwen van dam veroorzaakte belangrijke wijzigingen.

   Een belangrijke wijziging in de tak van maas kan aanzienlijke veranderingen ver zaken in de tot deze maas behorende diag len. Zoals zulks ook in de paragraaf b van hoofdstuk B en voor de bepaling van het richten van afdammingen gedaan werd, d ook hier dus opgezocht te worden of het ged te waarin men een belangrijke wijziging h aangebracht deel uitmaakt van één of meer maastakken met één of meerdere diagona

   Daar dit probleem reeds hoger behand werd, komen wij er hier niet meer op te

b) Wanneer men in een gedeelte een lu stroomomkering vaststelt, kan men de sprong daarvan opsporen.

   In geval van luchtstroomomkering bew zulks dat het gedeelte een diagonaal is in maas, in dewelke men de druk van één takken in aanzienlijke mate gewijzigd he Men dient in dit geval op te zoeken tot we maas of mazen deze diagonaal behoort, we opzoeking systematisch doorgevoerd kan w den.

   Veronderstellen wij dat wij een luchtstro omkering in 12 - 13 zouden vaststellen (zie ragraaf c van het hoofdstuk B). In dat ge handelen wij op de hierna volgende wijze.

a) Ecrire tous les tronçons auxquels appartient le tronçon à étudier (fig. 13) :

11 - 12 - 13 - 14
10 - 11 - 12 - 13 - 14
11 - 12 - 13 - 14 - 8
10 - 11 - 12 - 13 - 14 - 8
2 - 10 - 11 - 12 - 13 - 14
2 - 10 - 11 - 12 - 13 - 14 - 8

b) Pour chaque tronçon prendre en considération chaque nœud situé en amont aérage d'où partent à la fois : une branche passant par l'extrémité amont et une branche passant par l'extrémité aval du tronçon considéré.

A partir de chacun de ces nœuds :

1°) Ecrire toutes les branches qui passent par l'extrémité amont, qui ne commencent pas à cette extrémité et n'ont aucun point commun avec le tronçon considéré.
Ceci constitue le groupe A.

2°) Ecrire toutes les branches qui passent par l'extrémité aval, qui ne se terminent pas à cette extrémité et qui n'ont aucun point commun avec le tronçon considéré.
Ceci constitue le groupe B.

— Pour 11 - 12 - 13 - 14 il y a deux nœuds amont : 10 et 2.
Partant de 10 :
— Groupe A : 10 - 11 - 5 - 6 - 7 - 8
— Groupe B : 10 - 14 - 8
Partant de 2 :
— Groupe A : 2 - 10 - 11 - 5 - 6 - 7 - 8
— Groupe B : 2 - 10 - 14 - 8

— Pour 11 - 12 - 13 - 14 - 8 il y a deux nœuds amont : 10 et 2.
Partant de 10 : aucun tronçon ne peut être retenu, car 10 - 11 - 5 - 6 - 7 - 8 - 9 qui passe par 11 a le point 8 commun avec le tronçon considéré, et 10 - 14 - 8 - 9 qui passe par 8 a les points 14 et 8 communs avec le tronçon considéré.

Partant de 2 : aucun tronçon ne peut être considéré pour les mêmes raisons que plus haut.

— Pour 10 - 11 - 12 - 13 - 14 il y a un nœud amont : 2.
Partant de 2 : aucun tronçon ne peut être con-

a) Wij schrijven alle gedeelten tot dewelke het te bestuderen gedeelte behoort (zie de figuur 13) :

11 - 12 - 13 - 14
10 - 11 - 12 - 13 - 14
11 - 12 - 13 - 14 - 8
10 - 11 - 12 - 13 - 14 - 8
2 - 10 - 11 - 12 - 13 - 14
2 - 10 - 11 - 12 - 13 - 14 - 8

b) Voor ieder van deze gedeelten beschouwen wij elk luchtstroomopwaarts gelegen knooppunt van hetwelk tegelijkertijd vertrekken :
— Een tak die door het luchtstroomopwaartse uiteinde van het beschouwde gedeelte passeert.
— Een tak die door het luchtstroomafwaartse uiteinde van het beschouwde gedeelte passeert.

Vertrekkend van ieder van deze knooppunten :

1°) Schrijven wij alle takken die door het luchtstroomopwaartse uiteinde passeren, die niet aan dit uiteinde ontspringen en die geen enkel punt gemeenschappelijk met het beschouwde gedeelte hebben.
Dit vormt de groep A.

2°) Schrijven wij alle takken die door het luchtstroomafwaartse uiteinde passeren, die niet op dit uiteinde uitlopen en die geen enkel punt gemeenschappelijk met het beschouwde gedeelte hebben.
Dit vormt de groep B.

— Voor 11 - 12 - 13 - 14 zijn er twee luchtstroomopwaartse knooppunten : 10 en 2.
Vertrekkend van 10 :
— Groep A : 10 - 11 - 5 - 6 - 7 - 8
— Groep B : 10 - 14 - 8
Vertrekkend van 2 :
— Groep A : 2 - 10 - 11 - 5 - 6 - 7 - 8
— Groep B : 2 - 10 - 14 - 8

— Voor 11 - 12 - 13- - 14 - 8 zijn er twee luchtstroomopwaartse knooppunten : 10 en 2.
Vertrekkend van 10 kan er geen enkel gedeelte weerhouden worden, omdat 10 - 11 - 5 - 6 - 7 - 8 - 9, die door 11 passeert, het punt 8 met het beschouwde gedeelte gemeenschappelijk heeft en omdat 10 - 14 - 8 - 9, die door 8 passeert, de punten 14 en 8 met het beschouwde gedeelte gemeenschappelijk heeft.

Vertrekkend van 2 kan om dezelfde reden als hiervoor uiteengezet geen enkel gedeelte in beschouwing genomen worden.

— Voor 10 - 11 - 12 - 13 - 14 is er één luchtstroomopwaarts knooppunt : 2.
Vertrekkend van 2 kan er geen enkel gedeelte

sidéré, car le tronçon qui passe par 10 passe par 11 ou par 14 et le tronçon qui passe par 14 passe par 10.

Pour des raisons identiques il n'y a aucun tronçon à prendre en considération pour :

10 - 11 - 12 - 13 - 14 - 8
2 - 10 - 11 - 12 - 13 - 14
2 - 10 - 11 - 12 - 13 - 14 - 8

Nous avons donc :

Groupe A : 10 - 11 - 5 - 6 - 7 - 8
2 - 10 - 11 - 5 - 6 - 7 - 8

Groupe B : 10 - 14 - 8
2 - 10 - 14 - 8

Ensuite pour former les mailles où la branche étudiée est diagonale :

a) Considérer l'une après l'autre chaque branche du groupe A.
b) Accoupler à chacune de ces branches la ou les branches du groupe B qui partent du même nœud et arrivent au même nœud et qui n'ont aucun tronçon commun avec la branche du groupe A prise en considération.

— Branche du groupe A : 10 - 11 - 5 - 6 - 7 - 8. On peut accoupler à cette branche la branche 10 - 14 - 8 du groupe B. Elles partent toutes deux de 10, arrivent en 8 et n'ont aucun point commun.
La maille formée par 10 - 11 - 5 - 6 - 7 - 8 et 10 - 14 - 8 a donc 11 - 12 - 13 - 14 comme diagonale.
— Branche du groupe A : 2 - 10 - 11 - 5 - 6 - 7 - 8. On ne peut accoupler à cette branche la branche 10 - 14 - 8 du groupe B, parce qu'elles ne partent pas du même nœud. On ne peut non plus lui accoupler 2 - 10 - 14 - 8, parce qu'elles ont un point commun : 10.

Donc en résumé : 11 - 12 - 13 - 14 n'est diagonale que dans une maille formée par les branches : 10 - 11 - 5 - 6 - 7 - 8 et 10 - 14 - 8 (fig. 21).

weerhouden worden, omdat het door 10 [...]serende gedeelte door 11 of door 14 pass[...] en omdat het door 14 passerende gedeelte [...] 10 passeert.

Om dezelfde redenen is er geen enkel ged[...] in beschouwing te nemen voor hetgeen betr[...]

10 - 11 - 12 - 13 - 14 - 8
2 - 10 - 11 - 12 - 13 - 14
2 - 10 - 11 - 12 - 13 - 14 - 8

Wij hebben dus :

Groep A : 10 - 11 - 5 - 6 - 7 - 8
2 - 10 - 11 - 5 - 6 - 7 - 8

Groep B : 10 - 14 - 8
2 - 10 - 14 - 8

Om de mazen, in dewelke de bestudeerde[...] een diagonaal is, te vormen :

a) Beschouwt men achtereenvolgens alle tak[...] van de groep A.
b) Worden aan ieder van deze takken de ta[...] de takken van de groep B geassocieerd die[...] eenzelfde knooppunt vertrekken en op [...] zelfde knooppunt aankomen en die geen e[...] gedeelte gemeenschappelijk hebben met [...] beschouwde tak van de groep A.

— Tak van de groep A : 10 - 11 - 5 - 6 - 7[...] Men kan aan deze tak de tak 10 - 14 - 8 [...] de groep B associëren.
Zij vertrekken beiden uit 10, komen be[...] aan in 8 en hebben geen enkel gemeensc[...]pelijk punt. De door 10 - 11 - 5 - 6 - 7[...] en 10 - 14 - 8 gevormde maas heeft [...] 11 - 12 - 13 - 14 als diagonaal.
— Tak van de groep A : 2 - 10 - 11 - 5 - 6 - 7[...] Men kan aan deze tak de tak 10 - 14 - 8 [...] de groep B niet verbinden, omdat deze [...] takken niet van hetzelfde knooppunt vert[...]ken, noch hem verbinden met de [...] 2 - 10 - 14 - 8, omdat zij beiden het pun[...] gemeenschappelijk hebben.

Samengevat kan dus gezegd worden [...] 11 - 12 - 13 - 14 slechts een diagonaal is in een m[...] gevormd door de takken 10 - 11 - 5 - 6 - 7[...] en 10 - 14 - 8 (zie de figuur 21).

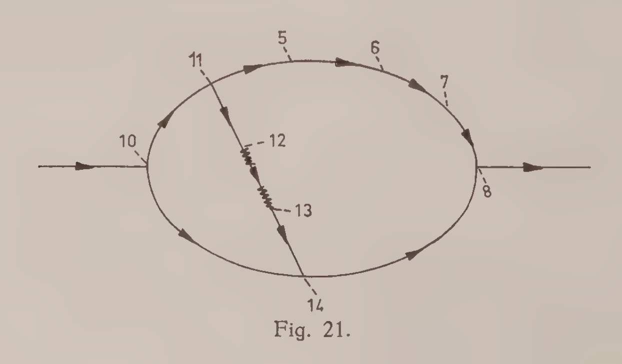


Fig. 21.

ne inversion ou même une très forte diminu- du courant d'air dans 12 - 13 pourrait pro- ir soit d'une ouverture trop grande de 10 - 14 11 - 8 (par exemple : ouverture des portes re 10 et 14, et/ou ouverture des portes entre et 5), soit d'une augmentation très grande de ésistance en 10 - 11 et en 14 - 8 (par exemple : ulement dans un de ces deux tronçons).

n pratique, grâce au travail précédent fait à ance pour tous les tronçons particulièrement gereux (nous pensons que ce travail serait à e au moyen d'un ordinateur), on peut, dès nonce d'une modification importante, donner ordres pour faire vérifier immédiatement les nts reconnus comme dangereux (portes, pas- e en très mauvais état...).

In 12 - 13 zou een luchtstroomomkering of zelfs een zeer aanzienlijke vermindering van de ventilatie kunnen veroorzaakt worden door een te groot openen van 10 - 14 of van 11 - 8 (bijvoorbeeld : openen van de ventilatiedeuren tussen 10 en 14 en/of openen van de ventilatiedeuren tussen 11 en 5) of door een te grote vermeerdering van de weerstand in 10 - 11 en in 14 - 8 (bijvoorbeeld veroorzaakt door een instorting in één van de twee gedeelten).

Door toepassing van de hiervoor beschreven methode, op voorhand uitgevoerd voor hetgeen alle bijzonder gevaarlijke gedeelten betreft (wij zijn van mening dat zulkdanige studie met gebruik van een ordinator zou dienen uitgevoerd te worden), kan men in de praktijk onmiddellijk na aankondiging van een belangrijke wijziging de nodige bevelen geven om ogenblikkelijk de als zijnde gevaarlijk erkende punten te onderzoeken (ventilatiedeuren, doorgangen in zeer slechte staat, enz...).

Sélection des fiches d'INIEX

INIEX publie régulièrement des fiches de documentation classées, relatives à l'industrie charbonnière et qui sont adressées notamment aux charbonnages belges. Une sélection de ces fiches paraît dans chaque livraison des Annales des Mines de Belgique.

Cette double parution répond à deux objectifs distincts :

a) *Constituer une documentation de fiches classées par objet,* à consulter uniquement lors d'une recherche déterminée. Il importe que les fiches proprement dites ne circulent pas ; elles risqueraient de s'égarer, de se souiller et de n'être plus disponibles en cas de besoin. Il convient de les conserver dans un meuble ad hoc et de ne pas les diffuser.

b) *Apporter régulièrement des informations groupées par objet,* donnant des vues sur toutes les nouveautés.

C'est à cet objectif que répond la sélection publiée dans chaque livraison.

A. GEOLOGIE. GISEMENTS. PROSPECTION. SONDAGES.

IND. A 25423 — Fiche n° 58.523

H. KARRENBERG et COLLABORATEURS. Die Karbon-Ablagerungen in der Bundesrepublik Deutschalnd. Eine Uebersicht. The Carboniferous deposits in the Federal Republic of Germany. A review. *Les dépôts du Carbonifère de la République Fédérale d'Allemagne. Un aperu.* (Textes allemand, anglais et français). — **Fortschritte in der Geologie von Rheinland und Westfalen,** Vol. 19, 1971, mai, 649 p., nombr. fig.

Ce livre-guide est rédigé à l'adresse des participants au 7ème Congrès International de Stratigraphie et de Géologie du Carbonifère qui, pour la première fois, en 1971 se tient en Allemagne. Cette monographie du Carbonifère de l'Allemagne Occidentale, élaborée par un collège d'auteurs, placés sous le patronage du Prof. Karrenberg, paraît dans les 3 langues véhiculaires du Congrès. Elle vise, avant celui-ci, à arriver à une saine compréhension des problèmes qui seront exposés et débattus, ainsi qu'à un échange fructueux des connaissances scientifiques entre les congressistes. Le plan de l'ouvrage fait la distinction usuelle entre milieu paralique et milieu limnique. Le premier est constitué par une série de gisements étalés selon une bande qui s'aligne de l'avant-fosse subvarisque, depuis la Belgique par Aix-la-Chapelle - Erkelenz, la région Rhin-Ruhr et la région d'Ibbenbüren vers l'est et qui, d'après des sondages récents, s'étend également loin vers le nord, dans le soubassement N-W de l'Allemagne et de la Mer du Nord. Quant au milieu limnique, il comprend essentiellement le bassin de la Sarre-Nahe. Un aperçu sur la suite strati-

graphique dans les régions principales permet de déduire que la sédimentation dans la région d'Aix-la-Chapelle et dans la Ruhr, s'étend du Dinantien, par le Namurien, jusqu'au Westphalien B et C, tandis que la série de la région d'Ibbenfüren monte jusqu'au Westphalien D. En Allemagne septentrionale, des sondages ont montré la présence du Westphalien D et du Stéphanien Inférieur. Les mines de la Sarre montrent des sédiments allant du Westphalien jusqu'au Stéphanien et Rotliegend. Dans chacun de ces milieux, les co-auteurs ont été invités à décrire séparément le développement stratigraphique et sédimentaire, ainsi que le style tectonique pour les différentes régions houillères. On a également pu inclure dans cette description le Carbonifère Supérieur dans le soubassement du NW de l'Allemagne et de la Mer du Nord. Pour tous ces bassins houillers, les questions de la houillification et du dégagement de gaz sont importantes et l'on traite ces sujets en conséquence, surtout en ce qui concerne les gisements de gaz naturel dans le soubassement du NW de l'Allemagne et de la Mer du Nord. Les régions houillères Rhin-Ruhr et Aix-la-Chapelle - Erkelenz montrent, à côté de ces dépôts houillers, une minéralisation importante en Pb/Zn. Un autre chapitre traite de la présence des « tonsteins Kaolin-charbons » et du contenu fossilifère, ainsi que de leur importance stratigraphique. Le développement paléogéographique a été résumé séparément pour le milieu paralique et pour le milieu limnique. Un chapitre final est consacré au charbon comme matière première. On examine l'importance pratique de la composition pétrographique du charbon, le charbon comme source d'énergie pour l'avenir, ainsi que le développement et l'état actuel de l'exploitation houillère.

Biblio. : 362 réf.

IND. **A 47** Fiche n° **58.866**

J.A. HANSULD, H.C. SAKRISON, H.A. LEE, F.D. FORGERON, R.J. ALLAN, R.W. BOYLE, W.J. WOLFE et C.F. GLEESON. Geochemical exploration in the Canadian Shield. State of the art. *L'exploration géochimique du Bouclier Canadien. Etat actuel.* — **Canadian Mining and Metallurgical Bulletin,** 1971, novembre, p. 27/81, 42 fig.

Dans une série d'articles traités par plusieurs auteurs, l'état actuel des connaissances acquises sur la morphologie du bouclier Canadien est développé sous ses divers aspects : stratigraphie, composition des roches, prospection géochimique. Les six articles sont intitulés : Le géochimie des roches - son emploi courant dans le bouclier Canadien. La découverte minérale dans le bouclier Canadien par l'emploi des aspects physiques du manteau de recouvrement. La géochimie des sols dans le bouclier Canadien. Les sédiments lacustres : moyen de prospection géochimi régional du bouclier Canadien. Méthodes hyd géochimiques - Leur application du bouc Canadien. La prospection biogéochimique en rain glaciaire du bouclier Canadien précambri Les recherches relevant des méthodes géochi ques comprennent l'analyse chimique des sols recouvrement, en relation avec les roches anci nes sous-jacentes, l'analyse des eaux de riviè lacs, puits, de la végétation. Ces analyses cond sent à la connaissance de la répartition des lo lisations et gisements des éléments métalliques autres. Des cartes peuvent être dressées sur données fournissant la représentation de l'é actuel des notions acquises sur la composition sol et du sous-sol de la région prospectée.

B. ACCES AU GISEMENT. METHODES D'EXPLOITATION

IND. **B 116** Fiche n° **58.**

U. OTTO. Vollmechanisches Teufen eines Blindscha tes. *Fonçage entièrement mécanisé d'un puits intérie* — **Glückauf,** 1971, 25 novembre, p. 921/923, 4 fig

Pour la première fois dans un charbonna européen, c'est au puits Emil Mayrisch de Eschweiler Bergwerk-Verein (EBV) que réu le forage en descendant d'un puits intérieur diamètre de 4,5 m, de 240 m de hauteur. L firmes Deilmann-Haniel GmbH et Thyss Schachtbau GmbH œuvrant en association utili rent pour le creusement descendant une fore GSB-V-450/500 et des tiges de forage de la fir Alfred Wirth und C° K.G. Ce puits intérieur q met en communication les étages 470 m et 710 fut terminé le 10 août 1971, par achèvement l'alésage au ϕ de 4,5 m d'un trou pilote cre en descendant au ϕ initial de 1 m. Ce trou pilo effectué par la Deutsche Tiefbohr AG. (soci filiale de la C. Deilmann AG.) n'avait accusé la hauteur finale de 240 m, qu'un écart horizo tal de 26 cm entre le point visé et le point réel ment atteint. L'auteur décrit la foreuse à alé GSB-V-450/500 de Wirth, ainsi que l'organisati du travail du fonçage du puits intérieur. A no que l'achèvement de l'alésage du puits intérie a nécessaité 50 jours de forage à la vites moyenne d'enfoncement (puits équipé de s revêtement) de 4,5 m/jour; la meilleure perf mance réalisée fut de 8,50 m/jour.

IND. **B 31** Fiche n° **58.8**

C. LOUIS. Construction de tunnels par la nouve méthode autrichienne. — **Journées d'Etudes « L procédés modernes de construction des tunnels »,** Ly 1971, 14-15 octobre. Communication n° 15, 31 15 fig. — **Industrie Minérale,** 1972, janvier, p. 11/ 17 fig.

L'auteur décrit la nouvelle méthode autri-enne de construction de tunnels, mise en vre depuis une dizaine d'années dans les pays langue allemande. Cette méthode est basée sur ilisation du béton projeté (avec une épaisseur 20 à 30 cm) comme revêtement définitif, mis place dès l'ouverture de l'excavation en section tielle ou totale. Le béton projeté, renforcé par treillis soudé, et éventuellement des cintres talliques en terrains très difficiles, bloque le ssif pour réduire au maximum la décompres-n et les désordres qui en résultent. Le revête-nt est rendu solidaire du terrain par des ancra-qui contribuent à accroître la pression de con-ment stabilisatrice engendrée par effet voûte contact béton-rocher. Le domaine d'utilisation techniques autrichiennes est très vaste, c'est quement dans les terrains boulants sans cohé-n ou trop plastiques qu'elles ne peuvent s'ap-quer. Elles nécessitent en effet de pouvoir rir une excavation d'une vingtaine de mètres es, stable pendant un temps suffisant pour ttre en place le revêtement. La nouvelle thode autrichienne constitue un progrès cer-n dans le domaine de la construction de tun-s, elle présente en plus l'avantage d'être inté-sante sur le plan économique.

Résumé de la revue.

Biblio. : 12 réf.

). B 31 Fiche n° **58.895**

. **GLOVER et M.P. O'REILLY.** Tunnelling in the .A. *Creusement de tunnels aux U.S.A.* — **Tunnels Tunnelling,** 1971, novembre-décembre, p. 431/ , 15 fig.

L'article présente un compte rendu d'une visite chantiers de creusement mécanique de tunnels Etats-Unis. Les machines sont de plusieurs nes de construction, Robbins, Lawrence, ith, Caldwell. Les diamètres vont de 3 à 5,40 m. la traversée de rivières, souvent les tunnels t du type immergé, raccordés aux parties creu-s en roche aux rives. Les revêtements sont talliques avec béton derrière. Dans de nom-ux cas, le tunnel se compose de deux sections ulaires juxtaposées. Les terrains traversés sont natures diverses, tendres ou durs. Les destina-ns sont multiples : rail, routes, aqueducs, ûts etc. L'article, ainsi que la discussion qui fait suite, fournit de nombreux renseignements niques sur leur mode d'exécution, les difficul-rencontrées, les prix de revient et les particu-tés de leur situation. Certains de ces travaux, s les grandes villes américaines, atteignent des portions gigantesques.

). B 413 Fiche n° **58.832**

. **FLINT et C. TAYLOR.** Pillar extraction with con-tional trackless mechanised units. *La reprise de er à l'aide d'unités sur pneus mécanisées.* — **Journal of the South African Institute of Mining and Metallurgy,** 1971, septembre, p. 47/56, 7 fig.

Les auteurs décrivent, dans une exploitation souterraine par chambres et piliers, la reprise des piliers, dans une couche dont l'ouverture normale varie de 3 à 4,25 m en utilisant des unités conventionnelles mécanisées, sur pneus. En recourant à la méthode d'extraction des piliers par refente, on élimine les dépenses d'investissement élevées consacrées aux étançons hydrauliques et on rend possible un déhouillement de la couche pouvant aller jusqu'à 90 %. Cette méthode de dépilage concrétise la possibilité d'extraire d'importants tonnages de charbon qui, sans elle, auraient été définitivement abandonnés in situ sous forme de piliers résiduels. Les principaux bénéfices à récolter vraisemblablement de cette technique sont les suivants : 1. Taux accru de déhouillement du gisement (jusqu'à 90 %). 2. Vie du panneau accrue et transferts moins fréquents de sections. 3. Préservation des réserves naturelles du pays. Les auteurs traitent de l'historique de ce développement au charbonnage de Springfield (Afrique du Sud), discutent des résultats atteints à ce jour et soulignent les tendances futures à la lumière des expériences en cours.

IND. B 9 Fiche n° **58.972**

J. DEVAUX-CHARBONNEL. Le régime juridique de la recherche et de l'exploitation des gisements d'hydrocarbures des plateaux continentaux français. — **Revue Française de l'Energie,** 1971, septembre, p. 522/529.

La mise en valeur des gisements marins d'hydrocarbures a pris une dimension mondiale et intéresse la plupart des pays qui ont une vocation maritime. Les pays riverains de la mer furent ainsi conduits à se préoccuper du statut juridique de cette plaine maritime adjacente à leurs rivages — dénommée plateau continental — qui s'abaisse jusqu'à 200 mètres environ sous les flots. En ce qui concerne la France, bien que dès 1951 des recherches d'hydrocarbures aient été autorisées dans le Golfe de Gascogne et quoique la France ait adhéré en 1965 à la Convention Internationale de Genève du 29 avril 1958 relative au Plateau Continental, ce n'est qu'en 1968 qu'une loi intervint pour fixer le statut des plateaux continentaux français et seulement en mai 1971 que furent publiés les décrets fixant les modalités d'application de cette loi. Exposer quels sont le fondement et les principes posés par la loi n° 68-1181 du 30 décembre 1968 et par les décrets du 6 mai 1971, qui fixent notamment le régime de la recherche et de l'exploitation des gisements d'hydrocarbures situés dans les plateaux continentaux adjacents aux côtes françaises, tel est l'objet de la présente étude.

Résumé de la revue.

C. ABATTAGE ET CHARGEMENT.

IND. **C 21** Fiche n° **58.817**

G. CAGNIONCLE. Les techniques de prédécoupage dans le creusement des tunnels. — **Journées d'Etudes « Les procédés modernes de construction des tunnels »**, Lyon, 1971, 14-15 octobre. Communication n° 8, 2me partie, 3 p.

Pour le creusement des tunnels, dans le cas de tir à l'explosif, de nouvelles possibilités se font jour grâce à deux techniques essayées récemment : 1) le prédécoupage par havage, 2) le prédécoupage par trous parallèles positionnés automatiquement. *I. Prédécoupage par havage.* Les Sociétés Secoma - Perrier - Dumeny et Chapelle se sont réunies pour associer en une seule machine deux techniques de creusement : le havage et le tir. Ces essais ont consisté à réaliser, à l'aide d'une haveuse à lames minces de 53 mm d'épaisseur, des havées courbes de 1,50 m de profondeur et respectant la section du tunnel. Le tir exécuté sur ce prédécoupage a fait apparaître que la volée pouvait être sortie avec quatre fois moins d'explosif et un respect intégral du profil. Les haveuses actuelles réalisent des saignées de 3 m de profondeur dans des roches pouvant aller jusqu'à 1800 kg/cm² de résistance. Les possibilités de ces haveuses sont de l'ordre de 20 à 35 m² de saignée à l'heure. *II. Prédécoupage par trous parallèles.* Pour qu'il soit efficace, certaines précautions doivent être prises : 1) les bras supports doivent être rigides surtout lorsqu'on travaille dans de grandes sections, 2) le positionnement doit être automatique. La Firme Secoma propose pour ce type de travail une machine composée d'un châssis portant, pour le prédécoupage, des bras télescopiques tubulaires de forte section dont les axes de rotation sont placés parallèlement à l'axe du tunnel. Deux bras de ce type placés de part et d'autre du châssis peuvent exécuter tout le profilage. Au moyen de chacun d'eux, deux automatismes très simples permettent de garantir de façon très précise la position des trous : a) un contrôle de la rotation du bras par 2 potentiomètres variables, b) un contrôle de l'allonge télescopique à vis du bras en comptant le nombre de tours de celle-ci à l'aide d'un petit compteur électronique.

IND. **C 21** Fiche n° **58.825**

R. CORDEL. Prédécoupage et béton projeté dans les ouvrages souterrains de l'Arc Moyen. — **Journées d'Etudes « Les procédés modernes de construction des tunnels »**, Lyon, 1971, 14-15 octobre. Communication n° 14, 28 p., 10 fig.

I. Le réaménagement de l'Arc Moyen. 1. Ensemble de projet. 2. Caractéristiques communes aux 3 chutes nouvelles. 3. Géologie sommaire du site. *II. Le prédécoupage.* Il peut se définir sommairement comme une méthode de dérochemen[t] mettant d'obtenir une destruction et un éb[ranle]ment minima du rocher en parement de [telle] façon qu'on se rapproche le plus possible du [con]tour théorique désiré. 1. Généralités. 2. B[...] Principes généraux. 4. Applications pratique[s]. *Le béton projeté de soutènement.* 1. Génér[alités]. 2. Les machines. 3. Le matériau projeté. [...] mise en œuvre. 5. Considérations diverses. *Résultats obtenus.* 1. Résultats techniqu[es]. Résultats économiques. *Annexes.* Sous form[e de] figures ou de graphiques, entre autres : 1. [...] de tir : a) de la cheminée d'équilibre d'O[...] b) de la galerie de la Saussaz (réalésage) ; [...] la galerie de la Saussaz, pleine section; d) [...] galerie d'accès à l'usine d'Echaillon. 2. Coup[e de] la guniteuse Meyco GM 57. 3. Installation [com]plète de gunitage. 4. Courbe granulométriqu[e du] mélange béton projeté. 5. Essais de durciss[ement] du béton projeté. 6. Diagramme des pri[x de] revient du mètre d'une galerie circulaire de [...] m de Ø au dérochement et de 5,30 m de Ø [...] mise en place du béton projeté.

IND. **C 2212** Fiche n° **5[...]**

J.P. PASSELEGUE. Marteau perforateur hydrau[lique]. — **Journées d'Etudes « Les procédés modern[es de] construction des tunnels »**, Lyon, 1971, 14-15 oct[obre]. Communication n° 9, 2me partie, 2 p.

Le marteau hydraulique mis au point pa[r les] Etablissements Montabert pour avanceurs de [...] bos permet de réaliser la foration percutan[te ...] variantes existent pour la foration de trous [res]pectivement : 1) de 41 à 51 mm; 2) de [...] 64 mm; 3) de 76 à 152 mm. L'auteur expos[e les] principaux avantages de ce type de perforat[eur :] a) Du point de vue augmentation de perform[ances], comparativement aux gros marteaux perfora[teurs] à air comprimé en particulier, augmentatio[n de] l'ordre de 50 % des vitesses instantanées de [pé]tration. b) Sur le plan de l'économie : le p[erfo]rateur hydraulique nécessite une puissance in[stal]lée de 30 cv, alors qu'un perforateur pneuma[tique] en nécessite 120 cv, soit une économie de 7[...] c) Du point de vue amélioration des condi[tions] de travail.

IND. **C 222** Fiche n° **5[...]**

L. DUCLOS. Pantofore Montabert. — **Journées [d'Etudes] « Les procédés modernes de construction [des] tunnels »**, Lyon, 1971, 14-15 octobre. Communic[ation] n° 9, 3 p.

Le Pantofore étudié spécialement pour le [bou]chon canadien réalise le plan de tir complet [dans] le minimum de temps, en utilisant des mart[eaux] relativement légers, montés sur avanceur [...] et, éventuellement, un seul marteau équipé [pour] le forage de gros trous, également sur avan[ceur]

L. Le constructeur (Montabert) a voulu : a) petite section, conserver des marteaux relative-nt légers (32 ou 42 kg) équipés en barre hexa-ale de 22 ou 25 mm pour les trous de bou-n périphérique et les trous extérieurs de ∅ à 39 mm; b) en grande section seulement, liser des marteaux avec barre ronde ou hexa-nale de 32 mm pour trous chargés de ∅ 48 à mm; c) monter les perforateurs sur avanceur ır les placer dans les conditions les meilleu- : poussée en ligne à la valeur optimale; d) dier et réaliser le bras support et cet avanceur c les dispositions techniques nécessaires pour la glissière se déplace parallèlement à elle-me avec précision, chaque position pouvant repérée facilement; e) simplifier les mouve-nts et les commandes : un seul homme conduit ilement 2 bras; f) chercher la diminution du ıps de forage par multiplication du nombre de nts de foration; g) confier la réalisation des us centraux de grand diamètre à un marteau ecialement équipé.

D. C 240 Fiche n° **58.953**

H. GRANT. Comment faire mieux travailler les plosifs. — **Explosifs,** 1971, n° 3, 3me trimestre, p. /89, 16 fig.

L'auteur décrit quelques-unes des techniques les ıs récentes, mises au point pour augmenter ficacité des explosifs et des procédés de nage dans les exploitations à ciel ouvert. En rticulier, il expose certains aspects pratiques de techniques modernes et il analyse les principes lesquels ils se fondent, à savoir : 1) Utilisa-n d'oscilloscopes pour mesurer l'énergie engen-ée par les explosifs; les sondes convertissent ondes de choc en impulsions électriques, trans-ses à des oscilloscopes et enregistrées sur films laroïd. 2) Vitesse de propagation de l'onde de oc et répartition de l'intensité du choc vis-à-vis l'énergie due à l'effet des gaz. 3) Mécanisme l'effet des gaz. 4) Catégories de roches (élas-ues, plastiques) d'où diversité dans la suscep-bilité à transmettre une sonde de choc. Plans faible résistance. 6) Effet optimum de l'explo-n. 7) Détonation de charges explosives avec tards. 8) Trous en oblique.

D. C 34 Fiche n° **58.824**

FORLEN et F. BUDIN. Engins de marinage Joy. **Journées d'Etudes « Les procédés modernes de nstruction des tunnels »,** Lyon, 1971, 14-15 octobre. ommunication n° 13, 4 p.

Présentation — avec caractéristiques essentiel-s — des principaux engins de marinage fabri-és en France, sous licence, par la firme Joy lle-Gozet. *Chargeuses à pinces « Hard Rock ».* les sont à enchaînement électrique, sur chenilles avec commande hydraulique de l'orientation du convoyeur et du tablier de ramassage. 1) Le modèle 18.HR : Puissance installée 85 kW; capacité de chargement 12 t/min; 2) Le modèle 14.HR : 114 kW; 12 t/min; 3) le modèle 19.HR : 232 kW; 20 t/min. *Le camion articulé « Expadump »* à benne télescopique, conçu pour s'insérer sous le convoyeur des chargeuses et prendre une charge complète en rapport avec leur capacité. La gamme actuelle de fabrication comporte 4 modèles dont les capacités s'échelonnent entre 8 et 13 m^3 avec des charges maximales de 15 à 22 t. Les puissances installées vont de 140 à 240 cv. Dans la même gamme de matériel s'inscrit le « *Dumper Joy* » qui, avec la benne de 18 m^3 de capacité, peut recevoir une charge maximale de 30 t. Tous ces engins conçus pour travailler au fond sont du type surbaissé : hauteur hors tout des camions variant de 1,75 m pour le 14 HR à 2,60 m pour le Dumper. Tous ces engins ont un angle de braquage total de 120°, ce qui leur permet de tourner dans des galeries à angle droit de 4,5 à 5 m de largeur. L'Expascoop est un véhicule articulé à benne télescopique de 8,7 m^3 de capacité, entraîné par un moteur Diesel de 195 cv et qui prend une charge maximale de 16 t. Largeur hors tout : 2,92 m; rayon de braquage intérieur 1,74 m, extérieur 5,10 m. Vitesse de déplacement à vide et à plat 31 kmh. Le chargement avec godet de 1,6 m^3 nécessite une galerie de 3,6 m de hauteur.

IND. C 41 Fiche n° **58.964**

J.J. BATES. Assessing and improving the engineering performance of coal face equipment. *L'établissement et l'amélioration des performances techniques et minières de l'équipement des tailles au charbon.* — **The Mining Engineer,** 1971, décembre, p. 111/121, 9 fig.

Au début de 1969, une petite équipe d'ingénieurs fut formée à Bretby pour entreprendre l'étude des performances des équipements de mécanisation des longues tailles à charbon. Une telle tâche fut rendue possible par la mise au point d'une nouvelle gamme d'équipements d'enregistrement au fond. Le but essentiel de cette étude est d'évaluer le niveau des performances techniques qui sont actuellement en cours d'achèvement et de fixer les disponibilités potentielles qui peuvent vraisemblablement résulter d'une meilleure conception de l'installation, de sa construction confiée à des firmes compétentes, du montage de l'équipement et de l'attention consacrée aux détails techniques pratiques et à l'entretien. Une telle information s'avère vitale à la production future et au programme du développement des équipements; par ailleurs, le fait d'être exposé à des insuffisances techniques peut conduire au développement à court terme des équipements en cours. L'article discute brièvement des

progrès effectués et de l'orientation des études actuelles; il suggère qu'en recourant aux instruments et aux techniques d'assemblages et d'essais exposés en ces lignes, il est possible de réaliser des performances optimales avec fiabilité accrue.

IND. **C 4215** Fiche n° **57.917**

F. PECHALAT. Evolution en service des caractéristiques des chaînes de mine et équipages mobiles de convoyeur. — **Charbonnages de France,** Publications Techniques n° 6,1971. Mémoires, p. 349/372, 10 fig. — **Publication Cerchar n° 2199.**

Il s'agit ici d'étudier plus particulièrement l'évolution des caractéristiques mesurables des chaînes et pièces de raccordement, qui ont été suivies au cours des quatre campagnes de mesures dans quatre installations de rabot et de convoyeur. On prélevait, à intervalles de temps réguliers, des tronçons de chaîne, et on examinait leurs caractéristiques : dimensions, poids, résistance à la rupture, résilience, fatigue, etc... L'évolution de ces caractéristiques était ensuite mise en corrélation avec les données d'utilisation au chantier : tonnage abattu ou transporté, temps, etc... On a pu ainsi présenter des directives pour le remplacement préventif du matériel, proposer une méthode pour la prévision de la durée de vie, proposer des calibres de chaînes plus adéquats.

Résumé Cerchar, Paris.

IND. **C 44** Fiche n° **58.810**

M. GERVAIS. Possibilités économiques et techniques actuelles d'application des tunneliers Robbins. — **Journées d'Etudes « Les procédés modernes de construction des tunnels »,** Lyon, 1971, 14-15 octobre. Communication n° 2, 8 p., 4 fig.

L'auteur analyse d'abord brièvement les éléments de l'économie et de la technique de l'application des machines à creuser les bouveaux, à savoir : A) temps de mise en œuvre - B) amortissement - C) résistance des roches - D) fiabilité de l'équipement - E) prix de revient d'exploitation en général - F) pénétration et autres paramètres des outils de coupe. Il résume comme suit les caractéristiques de pointe de certaines machines Robbins : plus gros diamètre de la machine : 11,17 m, modèle 371 - machine la plus lourde : 500 t, modèle 341 - machine la plus puissante : 1500 cv, modèle 341 - plus grande poussée : 7264 t, modèle 341; meilleurs avancements enregistrés à ce jour : a) modèle 104-120, au tunnel de Blanco (Colorado) : 41 m/poste - b) modèle 104-121 A : au tunnel d'Oslo (Colorado; : 47 m par poste. En annexes : les courbes suivantes : 1) coût du mètre de tunnel en fonction de la vitesse d'avancement - 2) poussée critique par outil en fonction du taux de pénétration efficace - 3) poussée par outil en fonction du taux de pénétration par tour dans des roches, caractérisées par div résistances s'étalant de 390 à 3500 kg/cm².

IND. **C 44** Fiche n° **5**

H.W. BRODBECK. Récents développements et tats des machines pleine section Atlas Copc **Journées d'Etudes « Les procédés modernes de truction des tunnels »,** Lyon, 1971, 14-15 oct Communication n° 3, 3 p., 6 fig.

Après avoir énuméré les nombreux avan que possèdent les machines de creuseme pleine section (Fullfacer) avec têtes de fo l'auteur analyse brièvement les caractérist principales des machines Fullfacer Atlas C ainsi que leurs composants de base, tels que fraiseuse de forage, double convoyeur à c intégrée à la machine, centrale hydraulique. illustrer les performances d'une telle machin fournit certaines données relatives au creuse qui vient de s'achever d'une galerie de 46 de longueur, au diamètre de 3,40 m devant s de collecteur d'égoûts sous la ville de Rorsc (Suisse). Dans la gamme des machines non c laires construites par Atlas Copco, l'une est nue sous le nom de FF 1321 ou Mini-Fullf Elle ne possède qu'une tête de fraisage se d çant suivant un mouvement alternatif et, cette raison, découpe une galerie de dimen d'un homme. Pour conclure, l'article esquiss perspectives d'amélioration pour les machin pleine section et c'est en vue d'exploiter cell que les ingénieurs de recherche des firmes A Copco et Sandvik s'efforcent de trouver cert systèmes additionnels ou certaines méthodes faire du creusement au rocher une opération lement et complètement mécanisée. Parmi les-ci, on cite : la reconnaissance continue transport continu et le soutènement continu

IND. **C 44** Fiche n° **58**

P. HAMBACH. L'utilisation des foreuses Wirth. L' gissement du tunnel de Sonnenberg et le puits in de Wehr. — **Journées d'Etudes « Les procédés dernes de construction des tunnels »,** Lyon, 1 14-15 octobre. Communication n° 4, 15 p.

Après une incursion dans le domaine des cédés d'alésage au rocher, l'auteur donne un aperçu des galeries et puits déjà forés à l' de machines Wirth, en cours d'exécution ou préparation. Il se borne à décrire ici, avec q ques détails, deux chantiers des plus importa à savoir : le puits incliné de Wehr (Allemag et les deux tunnels autoroutiers de Lucerne Suisse. I) *Puits incliné de Wehr. Inclina* 55 %; il est creusé dans du granit dont la r tance peut atteindre 2400 kg/cm². L'opéra comporte 2 phases : la première, forage d'un pilote au diamètre de 3 m (section 7 m²). La d'alésage porte 26 trépans à picots. La vit

›yenne de forage s'est élevée à 7,50 m par jour forage à 2 postes/jour autrement dit 5,95 m r jour ouvrable. Selon la dureté de la roche, vitesses nettes de forage ont varié entre 30 et 0 cm/heure. Poussée sur l'outil : 200 t; vitesse rotation de la tête foreuse : 9 tr/min. La deuème phase de travail est l'alésage de la galerie lote. L'aléseuse est munie de 33 trépans pour e section de taille de 24 m². Sous une poussée 270 t à raison de 4,5 tr/min, la vitesse moyenne forage est de 35 cm/heure. II. *Tunnels de nnenberg.* Diamètre 10,50 m. Les opérations de rage comportent également deux phases : 1) ›rage de la galerie pilote, dans l'axe du tunnel, diamètre de 3,50 m; 2) Alésage en 2 échelons, 7,70 m puis à 10,50 m de diamètre. A ce jour deux machines ont alésé à peu près 1000 m.

D. C 44 Fiche n° **58.813**

GUIBOULT. La machine à creuser en roche dure eenside McAlpine. — **Journées d'Etudes « Les prodés modernes de construction des tunnels »,** Lyon, 71, 14-15 octobre. Communication n° 5, 5 p.

Cette machine n'est pas une machine à bouclier eine section et elle n'emploie pas un outil à taque globale, bien qu'elle creuse la section tière du tunnel. Ces deux caractéristiques conibuent à en faire une machine très souple, tant point de vue de sa commande directionnelle ie de sa capacité de changer de diamètre avec ie grande variation. Le creusement de la galerie t obtenu en sous-cavant la roche par forage. eux tambours de forage rotatifs d'environ 1 m diamètre sont montés sur un bras qui décrit diamètre du tunnel. Le bras peut exécuter une tation de 180° dans les deux sens. Les tambours forage peuvent traverser toute la longueur du ras en avant et en arrière, couvrant ainsi le amètre entier de la section. A l'avant de chaque mbour sont montés des pics à pointe de carbure tungstène de forme spéciale et autour de sa rconférence, sur toute la profondeur du tambour forage, se trouvent d'autres pics positionnés en irale. Le creusement commence d'abord par enfoncement des 2 têtes de forage au centre du ont sur toute la profondeur des tambours de 5 m. Le bras est ensuite tourné et les tambours artés du centre jusqu'à ce que la section entière it creusée. Cette action de forage dans un sens dial élimine les fortes poussées axiales le long tunnel qui sont nécessaires pour des machines forage utilisant des outils à rouleau et à disue. Elle facilite le creusement de la roche en availlant en direction d'une face ouverte et brise roche par traction. L'auteur décrit et justifie type de pics adopté, le convoyeur central à ande, la commande hydrostatique.

ND. C 44 Fiche n° **58.814**

LEMAN. Haute performance d'un tunnelier en terrain dur. — **Journées d'Etudes « Les procédés modernes de construction des tunnels »,** Lyon, 1971, 14-15 octobre. Communication n° 6, 10 p.

Il s'agit en l'occurrence de la machine à creuser les tunnels Alkvik conçue et construite par la Division Lawrence de Ingersoll - Rand Cy. Pour illustrer les performances remarquables réalisées par cette machine, l'auteur cite : a) Tunnel de 8 km de longueur, creusé sous Chicago, au ∅ de 4,20 m dans des calcaires dolomitiques atteignant 2500 bars de résistance, vitesse moyenne de creusement : 2,10 m/heure; b) Tunnel de Cookhouse en Afrique du Sud, de 5 m de ∅, il progresse à raison de 455 m/mois dans des sédiments consolidés allant jusqu'à 3000 bars; c) Tunnel d'adduction d'eau de Port Huron (Michigan), creusé au ∅ de 4,90 m. Relativement à la machine utilisée dans ce dernier ouvrage, l'auteur décrit successivement : 1) la machine proprement dite; 2) la ventilation du chantier; 3) le cycle de travail de la machine; 4) les problèmes rencontrés pendant le creusement; 5) quelques données relatives à la machine et à son utilisation (vitesse moyenne de pénétration instantanée : 4,20 m/h; meilleur avancement réalisé par poste de 10 heures : 34 m); 6) perspectives d'avenir pour les machines à creuser les tunnels.

IND. C 44 Fiche n° **58.815**

P. DE GUILHERMIER et M. MONTACIE. Machine universelle de forage Blanzy. — **Journées d'Etudes « Les procédés modernes de construction des tunnels »,** Lyon, 1971, 14-15 octobre. Communication n° 7, 9 p..

L'Union Industrielle Blanzy-Ouest a entrepris en 1968 le développement de machines à forer d'un type nouveau. Le principe de fonctionnement de ces machines permet, tout en conservant la technique classique du forage par disques fous, d'utiliser une vitesse de rotation importante et un nombre de disques faible. Deux prototypes ont été construits à ce jour : 1) l'un d'une puissance de 150 cv a été utilisé sur un chantier R.A.T.P. du Réseau Express Régional (Paris), pour creuser 500 m de galerie de reconnaissance de 3 m de diamètre, dans des terrains calcaires de résistance comprise entre 100 et 1000 bars; 2) l'autre d'une puissance de 600 cv a creusé 800 m de galerie en 5,3 m de diamètre dans des schistes de 800 à 1200 bars sur un chantier de Vianden. L'exploitation de ces 2 prototypes a permis de mettre définitivement au point la technique de forage et aussi d'évaluer les efforts supportés par les différents éléments des machines. Cette évaluation, en se recoupant avec les études théoriques, permet de dimensionner d'une façon sûre la structure et les divers mécanismes des machines. L'auteur, pour le développement de son exposé, adopte le plan suivant : I. Principe de la machine Blanzy : Forage. Guidage. Visée. Adaptation de

la machine au terrain. Ramassage des déblais. Bouclier haut de protection. Mise en place des cintres. Elimination de la poussière. Forage de reconnaissance à l'avancement. Bétonnage de la galerie. Repli de la machine. II. Avantages de la machine Blanzy : 1. Il n'y a pas de disques de forage. 2. Les outils sont disposés à l'extrémité de bras. 3. La vitesse de rotation est élevée. 4. Le dispositif de ramassage des déblais est indépendant de la rotation de la tête de forage. 5. Le pas de balayage est réglable. III. Conclusion.

IND. **C 44** Fiche n° **58.987**

K. RIENOESSL et K. MIGNON. Stollenbauten bei den Zemmkraftwerken. *Ouvrages miniers en galeries souterraines creusés pour les centrales de Zemm.* — **Montan-Rundschau,** 1971, novembre, p. 275/283, 7 fig.

Après avoir schématiquement décrit les ouvrages souterrains d'infrastructure que nécessite l'installation du complexe de centrales hydrauliques de Zemm, les auteurs donnent les caractéristiques géométriques, géologiques et minières du creusement de chacun d'eux, étalé tant dans l'espace que dans le temps. C'est en 1967, pour le creusement mécanique des galeries d'adduction d'eau Iloite, que fut mis en service le prototype TBI-214 de machine à forer de la firme Wirth und Co. Avec cet équipement, 264 m de galeries furent creusés en gneiss granitiques à 2 micas. Les expériences récoltées au cours de cette phase expérimentale furent mises à profit par la firme pour construire une autre machine du type TB, mais cette fois au diamètre utile de forage de 3 m; elle fut utilisée de septembre 1968 à août 1969 pour creuser 1140 m de galeries inclinées devant servir pour le puits de pression « Corbes » de la centrale Emosson. Entretemps, on exécutait simultanément une série de galeries et de puits inclinés avec des machines de forage fournies par divers constructeurs. Dans le cadre des centrales de la TKW AG., depuis l'été 1971, avec la machine Wirth TB 214/240 améliorée, on a achevé environ 5 km de longueur de la galerie Hirzbach qui reliera les vallées de Fuchs et de Kaprunt. Au cours des dernières années, tant les constructeurs que les utilisateurs de matériels miniers se sont efforcés de réduire le coût de la construction et d'accroître la rentabilité des installations; ils y sont parvenus, d'une part, par la normalisation des types de sections et, d'autre part, par une adaptation des méthodes de soutènement et de revêtement au creusement mécanisé, c'est-à-dire en plaçant des éléments préfabriqués directement derrière la machine.

Biblio. : 5 réf.

IND. **C 5** Fiche n° **58.951**

X. Water jet mining. *L'exploitation par jet d'eau.* — **Colliery Guardian,** 1971, novembre, p. 524/527, 8 fig.

La division hydromécanique de la Exotec Incorporated de Maryland, U.S., a étudié l'empl des jets d'eau sous forte pression sur l'attaque d roches. La pression atteint 7000 kg/cm². Elle e appliquée sous forme de « pulses » et dépasse d 10 à 100 fois la résistance à la compression d roches. En général, le volume de roche brisé pa pulse est proportionnel à l'énergie cinétique dan le pulse élevée à une puissance légèrement sup rieure à un, soit 1600 ou 16.000 kgm. Un engi d'attaque mécanique est incapable de développ une telle puissance. Le canon à eau utilisé e initialement un cylindre avec un piston, dont un face reçoit la pression d'une explosion de gaz l'autre la transmet à une chambre à eau mun d'une petite ouverture qui forme le jet insta tané discontinu. Dans un autre système, le pisto vient heurter un anneau de liquide et l'onde d choc produit une pression qui projette un j central à haute pression. Cette technique d cumulation annulaire obtient des résultats prat ques intéressants avec 1,6 mm de diamètre d jet. La première technique d'extrusion par ch du piston est mécaniquement plus facile à réal ser, mais ne permet pas d'obtenir des pressio aussi élevées.

D. PRESSIONS ET MOUVEMENTS DE TERRAINS. SOUTENEMENT.

IND. **D 124** Fiche n° **58.9**

H. MILITZER et R. STOLL. Vibratorseismische Me sungen zur Bestimmung struktureller und substantiell Eigenschaften von Festgestein in natürlicher Lag rung. *Mesures sismiques au vibrateur en vue de d terminer les propriétés structurelles et substantielles roches compactes in situ.* — **Bergakademie,** 197 novembre, p. 643/650, 17 fig.

De plus en plus s'impose la nécessité, partic lièrement en géophysique appliquée, de dévelo per et de mettre à la disposition des ingénieu de génie civil et des mines, des méthodes apt à mesurer le comportement global des constru tions de surface et du sol de leurs fondation Il est possible actuellement de déterminer d données structurelles et des caractéristiques dyn miques de ce comportement, au moyen d'un app reil sismique à vibration (développé à la sectio « Sciences » de l'Académie des Mines de Fre berg). Les auteurs présentent les valeurs mes rées comme fonction complexe de la transmissio (amplitude et spectre de phase, courbe locale

Biblio. 7 réf.

IND. **D 47** Fiche n° **58.9**

R.S. WEBB. Economics of powered roof suppor *L'économie des soutènements de toit mécanisés.* — **The Mining Engineer,** 1971, décembre, p. 133/1 (avec discussion), 3 fig.

uteur étudie successivement les raisons qui motivé la mise en œuvre des soutènements uisés, comment ils ont réussi et pourquoi mps encore ils continueront à être utilisés. cute certaines considérations générales, il plusieurs exercices financiers et statistiques ués dans l'Area North Derbyshire du NCB pose les conclusions à tirer de ceux-ci. Il re les moyens complémentaires aptes à orer davantage la rentabilité des soutène- mécanisés. Il décrit les difficultés que pose intient en service de soutènements tombant suétude. On discute également de la façon ire absorber, de la manière la plus raison- , par les sièges la charge financière que tuent pour eux les soutènements mécanisés. ommaire : 1. Historique. 2. Considérations ales. 3. Effets des soutènements mécanisés : sécurité, sur le climat social, sur le moral. ications spéciales et circonstances générales. se du coût de revient des systèmes de soutè- nt de tailles. 5. Effet financier du soutène- mécanisé sur une seule taille. 6. Idem sur ul siège. 7. Idem sur toute l'Area du North yshire. 8. Les soutènements mécanisés consi- comme un actif de capital. 9. Méthodes de cement des soutènements mécanisés. 10. Con- ons.

D 63 Fiche n° **58.822**

ARRAS et R. RINGOT. Construction de soutè- nt en béton pour tunnels avec tôles de coffrage armature système Bernold. — **Journées d'Etudes procédés modernes de construction des tunnels »,** 1971, 14-15 octobre. Communication n° 11,

haute résistance statique du système Ber- est assurée par une mince coquille en béton rant au rocher, sans laisser de cavités. Les irs, après avoir décrit les éléments du système principe de leur mode d'action, exposent la des opérations nécessaires à la construction outènement et du revêtement d'un tunnel et, articulier, du tunnel de l'autoroute de Flon- à l'est de Lausanne. Pour l'exécution de ce et, on a appliqué le principe de la construc- « Kernbauweise » (méthode de construction yau) en appliquant la protection de l'avance- t par le moyen du couteau hydraulique (de 6 m de longueur jusqu'à 50 cm d'épaisseur). opérations successives sont les suivantes : 1) acement des cintres-guides au front d'atta- 2) après installation du coffrage frontal avec et armature Bernold, dans la cavité entre la ie des couteaux et la tôle Bernold, on intro- à la pompe le béton et on le pervibre jus- ce qu'il coule à travers les moulures. Ce age frontal reste dans l'ouvrage. Suivent les travaux d'excavation de la prochaine passe et le bétonnage. Le procédé Bernold s'appli- que également utilement dans le cas des tunnels creusés mécaniquement à la fraise, par exemple dans la construction à Zurich d'une galerie pour le chauffage urbain (longueur 3800 m au ∅ de 3,70 m, creusée avec une machine Robbins, dans la molasse de résistance comprise entre 400 et 800 kg/cm^2).

IND. **D 63** Fiche n° **58.889**

E. MUELLER. Der Aufbau von Betonmischungen mit gezielter Endfestigkeit für den Ausbau von Gruben- räumen. *La composition de mélange de béton — visant à une résistance finale — destiné au soutènement des cavités minières.* — **Bergbau,** 1971, novembre, p. 285/ 295, 5 fig.

La présente étude se fonde sur les clauses du nouveau projet de norme allemande DIN 1045 de mars 1968. *Au sommaire :* Généralités - Le ciment - Les catégories de résistance visée - L'in- fluence du rapport W/3 (eau : ciment) sur la résistance à la compression de cubes de béton, après 28 jours - Consistance du béton et com- pressibilité du béton - Le mélange des consti- tuants solides d'après des quotes-parts, données au préalable, des catégories granulométriques individuelles - La détermination de la courbe de criblage d'un mélange de grains donné - La cons- truction de la courbe de criblage - Le calcul du nombre caractéristique de la tranche granulomé- trique - Les courbes optimales pour les quotes- parts de constituants solides du béton - L'in- fluence du nombre caractéristique de la tranche granulométrique sur les besoins en eau du béton - Les matières d'appoint du béton - Spécification de programmes de mélange - Indications impor- tantes - Points-clés de la fabrication économique du béton.

IND. **D 66** Fiche n° **58.997**

C. MUELLER. Ein neues Verfahren zur Sicherung von Hohlräumen unter Tage. *Une nouvelle méthode pour garantir la stabilité de cavités souterarines.* — **Glückauf,** 1971, 9 décembre, p. 956/959, 4 fig.

Il y a déjà plus de 3 années que la Bernold A.G. utilise avec succès et sur une échelle toujours croissante, les tôles d'acier perforées destinées au revêtement des galeries au rocher, qu'elle mit au point et qu'elle fit breveter. L'originalité du sys- tème réside dans le fait que ces tôles (de forme et de dimensions réalisées selon les besoins), pla- cées et accrochées à l'extrados des cadres cintrés métalliques du soutènement primaire de la gale- rie, permettent de constituer, d'une part, un cof- frage de retenue pour le béton déposé à titre de garnissage de la paroi nue du rocher et, d'autre part, une armature et un support au béton pro- jeté, à titre de revêtement intérieur définitif de la galerie. Ce procédé trouva un vaste champ

d'application dans la construction des bouveaux et tunnels; en fait il garantit efficacement la stabilité et la tenue de toute cavité souterraine creusée dans des terrains de n'importe quelle qualité, y compris ébouleux et friables. En raison des économies sensibles de temps et de coût auxquelles il donne lieu, le procédé a pris, comparativement aux modes traditionnels de revêtement, une large expansion tant en Allemagne qu'à l'étranger. Comme l'ont montré les nombreuses expériences récoltées dans les chantiers les plus divers, les tôles Bernold apportent une contribution essentielle à l'augmentation des vitesses de creusement des galeries en roche.

E. TRANSPORTS SOUTERRAINS.

IND. **E 1312** Fiche n° **58.927**

K.H. KOSTER. Auslegung von Mehrtrommelantrieben bei Förderbändern. *Conception de têtes motrices à plusieurs tambours pour bandes transporteuses.* — **Fördern und Heben,** n° 14, 1971, octobre, p. 832/837, 15 fig.

A titre introductif, l'auteur énumère les problèmes qui se posent lors de la conception et de la réalisation des têtes motrices à plusieurs tambours. A cette occasion, il prouve que l'opinion fréquemment formulée, à savoir que, dans le cas de têtes motrices à 3 ou 4 tambours, les unités se trouvant en queue d'installation ne participent que de façon peu importante au processus de fonctionnement du système transporteur à courroie, est en fait erronée. L'exposé se termine par des considérations au sujet de l'angle d'embrassement ou d'enroulement partiel se produisant dans les têtes motrices à plusieurs tambours, ainsi qu'en ce qui concerne les angles de repos et d'utilisation qui surviennent dans certains cas; de plus, il mentionne l'importance de ces angles pour l'allure du fonctionnement d'un système de convoyeurs à bandes.

IND. **E 1316** Fiche n° **58.938**

G. BRINKMANN. Eine über Funk ferngesteuerte Schleifbandanlage für die Personenfahrung. *Une bande glissante guidée pour le transport de personnel, télécommandée par radio.* — **Glückauf,** 1971, 25 novembre, p. 918/921, 8 fig.

L'auteur décrit une des mesures de rationalisation et d'automatisation réalisées dans un des charbonnages de la Preussag A.G. (Ibbenbüren) pour le transport de personnel au fond sur bande glissante guidée, dont la télécommande par radio de la tête d'entraînement est opérée par une des personnes transportées. Ce système se caractérise par le fait qu'en recourant à un appareil radio émetteur-récepteur à guide de fréquence associé à une transmission des ordres de commande par fréquence vocale donnés par le personnel t porté, on peut se passer d'un conducteur de b présent en permanence et à poste fixe à la motrice de bande. La gestion du magasin pièces de rechange et l'entretien courant appareils portatifs de radio sont substantielle allégés du fait que les mêmes appareils sont utilisés dans le système de télécommande radio des locomotives. Une liaison phonique les usagers des dispositifs d'alarme optiqu acoustique ainsi que de sécurité — que l'a décrit — contribue efficacement à la préve des accidents. Une application subséquent cette technique à la télécommande par radi véhicules de transport de personnes par mon et des moyens de transport reliant les étage prévue à bref délai.

IND. **E 26** Fiche n° 5

H.-H. SPIER et H. SCHNEIDER. Gleislöse Förd auf dem Kaliwerk Hattorf. *Transport à l'aid véhicules sur pneus à la mine de potasse Hattor* **Fördern und Heben,** n° 14, 1971, octobre, p. 825, 12 fig.

Dans le gisement de sel de l'usine de Ha qui présente une stratification plate et n'a puissance que de 2 à 4 m, on procède journ ment au transport d'environ 13.000 t de sel sur une distance de 12 km entre les p d'exploitation et le puits d'extraction. La mét d'abattage implique de nombreux points d'ex tation très espacés où le sel brut est extrait forages et travail à l'explosif. Dans la prem phase de manutention, le sel en gros morc est transporté vers plusieurs broyeurs au m de chargeurs à godet fouilleur. Après un co sage primaire, la seconde phase de manuten consiste à transporter le sel brut jusqu'au p d'extraction, sur des systèmes de bandes tran teuses fonctionnant à grande vitesse, pour y ensuite remonté au jour depuis une profon de 650 mètres. Le processus de transport décrit dans ses différentes phases, de même l'efficience et la conception particulière machines et engins mis en œuvre.

Résumé de la revue.

IND. **E 440** Fiche n° 58

H. ARNOLD. Verbesserung der Sicherheit von angetriebenen Schacht- und Streckenförderanl *Amélioration de la sécurité d'installations d'extra et de roulage entraînées par câbles.* — **Glückauf,** 1 11 novembre, p. 873/880, 11 fig.

L'auteur décrit d'abord les méthodes d' appliquées à la Station d'essais de câbles d WBV (Westfälische Berggewerksschaftskasse Bochum), entre autres la mise à l'épreuve d ments d'attelage au moyen de magnétisatio bobine et essai de câble par magnéto d'appel,

ambiances susceptibles d'être envahies par le u. On y étudie également la portance de rac- de pince-câble avec pince pour câble rond. ailleurs, on établit systématiquement des s d'évaluation en vue d'apprécier la protec- contre le glissement des câbles dans les gor- le poulies motrices du système Koepe.

F. AERAGE. ECLAIRAGE. HYGIENE DU FOND.

F 112 Fiche n° **58.740**

LORD et P.F. PULLEN. A proposal for monitor- mine ventilation air volumes. *Un projet d'engistre- des débits de la ventilation dans les mines.* — adian Mining and Metallurgical Bulletin, 1971, bre, p. 53/60, 8 fig.

in de réduire les pertes et, partant, le coût a ventilation dans les mines, on a conçu un me de contrôle-vigie pour détecter et locali- les défauts de la distribution de l'air et réa- à la surface une image visible des conditions a ventilation, qu'elle soit bonne, médiocre ou vaise. Les conditions alarmantes sont signa- par un signal audible après un délai conve- e. Un enregistrement lisible de toutes les ses de courant d'air et des conditions alar- tes avec leur durée.

système, installé à la mine New Quirke de Algom, Ontario, est adjoint à l'anémomètre lettes et au dispositif électronique digitalique, principaux points des circuits d'aérage. Les ations engendrées sont transmises à un trans- teur digitalique jusqu'à 8 km de distance. Le smetteur peut servir pour de nombreuses es. Le récepteur digitalique est à la surface ontrôle chaque signal avant de le passer à un pteur, puis aux dispositifs d'enregistrement els ou d'alarme audibles.

. F 411 Fiche n° **58.937**

BECKER. Die Staubbekämpfung im Abbau, inbe- dere in Rückbaustreben. *La lutte contre les pous- s au niveau des chantiers d'abattage, notamment les tailles retraitantes.* — Glückauf, 1971, 25 no- mbre, p. 911/918, 11 fig.

es travaux effectués au cours des dernières ées en vue d'améliorer la lutte contre les ssières dans les tailles se concentrent sur un eloppement ultérieur des méthodes et des ipements d'infusion d'eau en veine, de même sur les mesures contre les poussières produi- par les engins d'abattage et par ceux de trans- t. Dans les tailles retraitantes et dans celles Z, la méthode d'injection du massif à l'aide longs trous (15 à 80 m) parallèles au front pacés de 15 à 60 m) revêt actuellement une portance accrue. A côté de l'humidification comparativement plus efficace que celle obtenue par les procédés conventionnels d'injection, ce procédé peut s'exécuter indépendamment des opérations de la taille. Le coût d'un tel mode d'infusion se situe entre 0,10 et 0,15 DM/t et est ainsi inférieur à celui de l'infusion pratiquée à partir de trous perpendiculaires au front, forés de la taille. Les essais récents en vue d'optimiser la technique de la méthode et l'équipement de pulvérisation d'eau dans l'allée du rabot devraient aboutir à une réduction subséquente de la concentration des poussières. Au cours de ces essais, on utilise des pulvérisateurs différents tant par le type que par le nombre. En plus de la détermination des paramètres mécano-techniques agissant sur la formation des poussières aux machines, on développa, en particulier pour les abatteuses, des dispositifs de pulvérisation agissant au niveau des pics et alimentés de l'intérieur du tambour. Les essais effectués au laboratoire et en taille ont démontré que, si on veut améliorer l'efficacité de ces dispositifs, on devrait augmenter la pression de service de l'eau. Pour des raisons de préparation, la teneur en eau du charbon brut à son entrée au lavoir ne peut excéder 6 %. Cette exigence a nécessité de limiter à 120 litres/min l'eau fournie aux pulvérisateurs des abatteuses. L'auteur décrit les méthodes de lutte contre les poussières, appliquées lors du foudroyage, aux extrémités des tailles, ainsi que les dispositions prises en vue de réduire la charge initiale en eau du courant d'air entrant dans la taille.

Biblio. : 29 réf.

IND. F 53 Fiche n° **58.985**

A. WHILLIER. The design of underground cooling towers. *La conception et la réalisation de tours de réfrigération de l'air au fond.* — Journal of the South African Institute of Mining and Metallurgy, 1971, octobre, p. 85/91, 3 fig.

La plupart des tours souterraines de réfrigération de l'air, utilisées dans les mines d'or profondes d'Afrique du Sud, sont du type à contre-courant d'air ascendant forcé, dans lequel les gouttelettes d'eau tombent. On ne recourt pas au garnissage de la paroi intérieure; toutefois plusieurs écrans, constitués de treillis métallique, sont souvent disposés horizontalement dans la section en vue d'uniformiser le flux d'air. La conception d'une telle tour est avant tout basée sur le fait que l'on doit dissiper une quantité donnée de chaleur dans une quantité donnée d'air — à température et à degré hygrométrique connus — entrant à la base de la tour. Le problème consiste à déterminer a priori quelles seront les températures d'entrée et de sortie de l'eau, pour une série de débits d'air fixés et pour diverses sections transversales de la tour. Après avoir discuté des facteurs dont il importe de tenir compte,

l'auteur expose une méthode pour effectuer les calculs nécessaires et il formule ensuite des recommandations spécifiques utiles à la construction de telles tours.

Biblio. : 3 réf.

IND. **F 53** Fiche n° **58.986**

D. MITCHELL et A. WHILLIER. Cooling power of underground environments. *Pouvoir réfrigérateur d'environnements du fond.* — **Journal of the South African Institute of Mining and Metallurgy,** 1971, octobre, p. 93/99, 6 fig.

Les auteurs abordent le problème de la fatigue due au travail aux températures élevées au fond, sur la base d'échange de chaleur se produisant entre le corps humain et l'atmosphère ambiante. Des mesures expérimentales du transfert de calories par rayonnement et par convection, ainsi que le calcul théorique du transfert maximal de calories d'évaporation, permettent de calculer le pouvoir réfrigérant maximal d'un environnement, en termes de températures sèches et humides, de température de rayonnement moyenne, de vitesse de courant d'air et de pression barométrique. Pour la plupart des applications au fond, la capacité de réfrigération peut s'exprimer en fonction uniquement de la température humide et de la vitesse du courant d'air. On peut d'ailleurs déterminer l'importance relative de ces deux paramètres : dans les chantiers à faible aérage, on peut mieux réaliser la réfrigération additionnelle des ouvriers par un accroissement de la vitesse du courant d'air que par un abaissement de la température humide. La lecture des températures humides s'avère toutefois ne revêtir qu'une valeur limitée en tant qu'indice de fatigue due à la température, du fait que des atmosphères ambiantes à des températures humides égales ne doivent pas nécessairement avoir le même pouvoir réfrigérant. Finalement, l'équilibre thermique avec l'environnement est possible lorsque la capacité de réfrigération égale ou excède le régime métabolique de génération de calories. Les auteurs indiquent de tels taux pour diverses opérations élémentaires du fond.

Biblio. : 17 réf.

IND. **F 622** Fiche n° **58.922**

D.W. MITCHELL. Explosion-proof bulkheads. Present practices. *Barrages de scellement de sécurité vis-à-vis des explosions. Pratiques actuelles.* — **U.S. Bureau of Mines, R.I. 7581,** 1971, 16 p.

L'auteur donne un résumé des expériences et des recherches effectuées dans le passé dans le domaine des méthodes de construction de serrements d'obturation de zones abandonnées de charbonnages et d'anciens travaux d'exploitation dont les piliers ont été entièrement ou partiellement repris. La réglementation fédérale de 1968 sur la sécurité et la salubrité dans les charbonna exige que de telles zones soient ventilées ou i lées par des barrages de scellement antidé grant, c'est-à-dire de sécurité vis-à-vis des exp sions éventuelles de grisou. Toutefois, la prése étude indique que des barrages de scellem utilisés seuls ne sont pas à même d'isoler de tel régions à vieux travaux dans lesquelles méthane ou autres gaz dangereux ont pu s'ac muler. Il importe que les échanges gaz-air en zones isolées et ouvertes soient minutieusem contrôlés.

Biblio. 38 réf.

J. AUTRES DEPENDANCES DE SURFACE

IND. **J 18** Fiche n° **58.**

E. CONDOLIOS et P. COURATIN. Transport conduite des solides dans l'industrie minière. — **In trie Minérale,** 1971, octobre, p. 22/32, 14 fig.

Les auteurs ne traitent ici que deux des ments de base de la rentabilité que doivent ab der l'ingénieur et l'économiste élaborant un p jet, à savoir : l'influence de la granulométrie produit à transporter et celle de la capacité l'installation. Plan de l'exposé : 1. Critères é nomiques du transport en conduite : 11. Gra lométrie du produit à transporter (Influence la granulométrie - Choix de la bonne granulo trie). 12. Influence du débit solide transpo (montant des investissements - amortissement installations). 13. Consommation d'énergie p le transport. 14. Conjugaison du transport en c duite et du transport par mer (cas de miner lourds et de minerais peu denses). 2. Quelq cas typiques du transport de minerais. 21. Mine de fer. 22. Concentrés produits à faible tonna 23. Minerai soluble dans l'eau. 24. Phosphate Description d'un des plus grands transports conduite existant au monde : transport des stér des mines de cuivre d'Ohdate jusqu'à la plage Noshiro au Japon. 31. Le problème tel qu'il é posé. 32. Solution trouvée. 33. Les études. Caractéristiques générales de l'installation transport (longueur de la conduite 70,6 km). Description de l'installation. 4. Corresponda avec un transport de minerai de fer.

L. GAZEIFICATION.

IND. **L 20** Fiche n° **58.**

K.H. van HEEK. Kohlenvergasung in den U.S.A. *gazéification de charbon aux U.S.A.* — **Glückauf,** 1 11 novembre, p .895/897, 5 fig.

Les efforts développés aux U.S.A. pour cou l'entièreté des besoins futurs en énergie à pa

…sources énergétiques indigènes se concrétisent …i l'investissement de moyens financiers impor…s, en vue de mettre au point certaines métho…de gazéification du charbon. Les travaux en …rs se centrent sur quatre projets, à savoir : le …cédé de synthane, celui au gaz bivalent, celui …epteur de CO_2 et celui d'Hygaz. L'auteur …rit brièvement les caractéristiques essentielles …chacun d'eux. Actuellement, chacun de ces …cédés est expérimenté à l'échelle semi-indus…lle ou pilote, c'est-à-dire portant sur des ton…es journaliers de charbon traité variant de 40 …0 t. Le centre de gravité du développement …itue sur la production massive d'un gaz com…tible à 8.900 kcal/m^3 de pouvoir calorifique, … serait produit à partir de plusieurs étapes de …éification du charbon.

…M. COMBUSTION ET CHAUFFAGE.

…. M 51 Fiche n° **58.873**

…YROTA. L'industrie et l'environnement. — **Annales … Mines** (France), 1971, octobre, p. 29/42.

…'industrie est une source de nuisances de tou… sortes mais il semble bien qu'aux teneurs …ervées actuellement en France, aucun effet sur …santé n'ait été mis en évidence. Ces nuisances …stituent par contre une atteinte incontestable …confort et les aspects psychologiques jouent un …e important dans la façon dont elles sont res…ties par la population. La lutte contre les nui…ces est entreprise dans le cadre d'une législa…n dont on donne les grandes lignes et dont on …lique les améliorations à l'étude. On cherche … particulier, en collaboration avec les profes…ns, à définir les prescriptions techniques qu'il … nécessaire et économiquement possible d'im…ser aux usines neuves et aux usines anciennes. … lutte contre la pollution coûte cher et dans … dernier chapitre on s'efforce de donner une …e de son incidence sur l'économie.

Résumé de la revue.

P. MAIN-D'ŒUVRE. SANTE. SECURITE. QUESTIONS SOCIALES.

…D. P 132 Fiche n° **58.633**

…M. PETIT. Recherches visant à améliorer les condi…ns physiologiques des appareils respiratoires. Résul…s des travaux faits par l'Institut Provincial Ernest …alvoz de Liège. — **Revue de l'Institut d'Hygiène des …ines**, 1971, 1er trimestre, p. 3/11, 3 fig.

Le but de cette recherche en laboratoire de …ysiologie respiratoire était de définir les fac…urs qui pouvaient influencer le porteur d'un …pareil respiratoire autonome et déterminer …ns quelles limites il y a avantage à les améliorer. Les facteurs résistance mécanique, prix, facilité d'entretien, fiabilité, etc... n'ont pas été pris en considération. Partant d'un examen systématique des modalités de fonctionnement de ces appareils, on a : 1. déterminé les facteurs mécaniques ventilatoires des appareils respiratoires qui ont une influence sur le porteur; 2. établi les mesures à faire en laboratoire pour apprécier les facteurs définis en 1; 3. étudié l'importance de certaines contraintes : charges, CO_2 dans l'air inspiré, température de l'ambiance et de l'air inspiré,etc...; 4. cherché un moyen de caractériser physiologiquement un appareil respiratoire par une estimation du coût physiologique global des différentes contraintes exprimées en un paramètre unique, choisi à titre de référence : la puissance mécanique ventilatoire. Cette puissance mécanique ventilatoire, associée à un tableau qui donne des limites de perception et les limites de tolérance des caractéristiques ventilatoires, permet de classer un appareil et de préciser les facteurs à améliorer.

Résumé de la revue.

IND. P 132 Fiche n° **58.634**

A. SCHEWE. Recherches visant à améliorer les conditions physiologiques des appareils respiratoires. Résultats des travaux faits à la « Hauptstelle für das Grubenrettungswesen » de Essen. — **Revue de l'Institut d'Hygiène des Mines**, 1971, 1er trimestre, p. 12/16, 7 fig.

Des recherches faites à l'Institut Provincial Ernest Malvoz, il apparaît qu'un appareil respiratoire à circuit fermé est caractérisé par : 1. la puissance mécanique ventilatoire additionnelle qu'il impose au porteur; celle-ci dépend directement de la résistance totale de l'appareil; 2. la pression moyenne; 3. les valeurs maximums de pression et la pression totale. Ces valeurs sont fonction de la ventilation qui, elle, dépend de l'effort fait par l'individu et de sa température corporelle, du poids de l'appareil et de la quantité de CO_2 dans l'air inspiré. Pour caractériser un appareil, il faut le peser, et mesurer à différents régimes : l'efficacité de la cartouche qui absorbe le CO_2 et les caractéristiques ventilatoires, soit : la résistance ventilatoire totale pour calculer la puissance ventilatoire, la pression moyenne, les valeurs maximums de pression et la pression totale. La présente note donne un bref compte rendu des méthodes appliquées à la Centrale principale de sauvetage minier d'Essen pour la mesure de ces grandeurs et des résultats enregistrés.

Résumé de la revue.

IND. P 132 Fiche n° **58.635**

A. HAUSMAN. Recherches visant à améliorer les conditions physiologiques des appareils respiratoires.

Résultats des travaux faits à la « Coördinatiecentrum Reddingswezen » de Hasselt. — **Revue de l'Institut d'Hygiène des Mines,** 1971, 1er trimestre, p. 17/23, 4 fig.

Dans le cadre de cette recherche l'auteur a : 1) défini les facteurs physiologiques des appareils respiratoires autonomes qui pouvaient influencer les porteurs au point de vue respiratoire, 2) mesuré ces facteurs sur porteurs et fixé les limites acceptables, 3) trouvé le moyen de mesurer ces facteurs en laboratoire de technologie, 4) défini les contraintes extérieures influençant les porteurs et l'importance de ces contraintes, 5) trouvé un moyen d'exprimer globalement la valeur d'un appareil. Dès lors il nous restait pour être complet : 1) à comparer les différents appareils respiratoires à circuit fermé dans le cadre d'exercices effectués dans des conditions climatiques aggravées, 2) à déduire de cette comparaison le moyen d'améliorer les appareils destinés à l'intervention à haute température, 3) à déterminer la durée d'intervention permise dans des conditions climatiques aggravées, 4) à étudier l'influence des débuts de stase thermique sur les capacités physiques et mentales du sauveteur.

Q. ETUDES D'ENSEMBLE.

IND. Q 1140 Fiche n° **58.996**

H.-H. KUHNKE. Der Steinkohlenbergbau als unternehmerische und wirtschaftspolitische Aufgabe. *L'industrie houillère — sa gestion considérée comme tâche d'une libre entreprise ainsi que d'une politique économique.* — **Glückauf,** 1971, 9 décembre, p. 947/955.

Communication présentée au Steinkohlentag 1971. Essen. 29 octobre. Points-clés développés : - Changement de climat s'esquissant sur les marchés énergétiques. - Tendances futures du développement. - Perspectives pour le charbon. - Les mécanismes traditionnels du marché sont-ils, eux seuls, suffisants ? - Tâches et limites de la politique que peut poursuivre une entreprise - Conséquences d'actions menées par une entreprise; intérêt de ces conséquences pour l'ensemble de la politique économique de la République Fédérale d'Allemagne. - Tâches et responsabilités incombant à la politique économique. - Subventions accordées à l'industrie houillère ? - Observations relatives à la Ruhrkohle A.G.

IND. Q 132 Fiche n° **58.920**

J.A. VAROQUIAUX et G. PETIT. Les mines de fer de Lorraine. — **Industrie Minérale,** 1971, octobre, p. 9/21, 15 fig.

Etude monographique qui, pour caractériser la situation globale des mines dans le passé, le présent et le futur, expose les aspects particuliers ci-après de la question : Généralités sur le gisement lorrain (bassin de Briey). Le minerai. - H torique de l'exploitation du gisement depuis 18 à nos jours - La technique d'exploitation - formation professionnelle - La sécurité - Résult d'exploitation (en 1970 : production 54,344 Mi effectif ouvriers : 8741; rendement 29,45 t/H *La mine de fer actuelle : ses méthodes de trav - ses matériels.* 1) Méthodes d'exploitation, pr sions de terrains, soutènement. 2) Abattage minerai (à l'explosif). 3) Chargement du mine abattu et desserte au quartier. 4) Roulage prin pal au fond (véhicules automoteurs sur pne locomotives électriques). 5) Répartition de l' traction 1970 selon les types d'exploitation (mi à ciel ouvert, exploitation par galeries à flanc coteau, mines profondes) et, pour les mines p fondes, selon le mode d'extraction (cages, ski convoyeurs). Conclusions : Objectif à attein d'ici quelques années : 40 t/Hp.

R. RECHERCHES. DOCUMENTATION.

IND. R 113 Fiche n° **58.9**

SAFETY IN MINES RESEARCH ESTABLISHME (S.M.R.E.). Safety research. *Recherche en matière sécurité.* — **Department of Trade and Industry. Saf in Minies Research Establishement,** 1971, 31 p., 48 f

Brochure documentaire, destinée au gra public, qui expose brièvement les principaux t mes du programme de recherche du S.M.R.E. des activités courantes de ses services d'essais d'épreuves : 1. *Détection et comportement de g de mines.* Nappes de grisou stratifiées au toit d voies. Propagation des flammes dans les mélang air/grisou. Méthodes de mesures des concent tions de CH_4, O_2 et oxydes d'azote. Epreuves méthanomètres et de détecteurs de gaz. 2. *Infla mation de gaz.* Inflammation par impact et échauffement dû au frottement. Abattage hydra lique du charbon. Inflammation par décharg électriques. Epreuves d'équipement électrique sécurité intrinsèque. Carters antidéflagrants po appareillages électriques. Epreuves d'antidéf grance d'appareils électriques. Mécanisme d' flammation de mélanges air/CH_4 par les exp sifs. Epreuves d'explosifs. 3. *Explosions de po sières et combustion.* Propagation et suppressi des coups de poussières de charbon. 4. *Feux mines.* Développement et extension de feux mines. Méthodes de détection et d'extinction feux de mines. Examens de matériaux en v d'établir le danger d'incendie qu'ils présentent. *Appareils respiratoires.* Autosauveteurs. App reils à O_2 liquide et à O_2 comprimé. Epreuves d'a pareils respiratoires et de masques à filtre. 6. *E des des incidents d'exploitation.* 7. *Etudes d'h giène et de salubrité.* Pneumoconiose. Méthodes mesure de la concentration, de la taille et de composition granulométrique des poussières r

les. 8. *Technique, sciences appliquées et lurgie.* Examen des défauts décelés et des ures de pièces enregistrées dans les installa- et les équipements : câbles métalliques d'ex- ion et de roulage ainsi que leurs accessoires. ibution des contraintes et déformations des ins sous l'influence des ouvrages miniers. nique de l'épreuve d'impact. Evite-molettes. yse des contraintes. Facteurs métallurgiques tant le comportement en service des équipe- s miniers. 9. *Etude des accidents.* 10. *Proces- l'échange gazeux en rapport avec la sécurité réacteurs nucléaires.*

S. SUJETS DIVERS TECHNIQUES ET SCIENTIFIQUES.

S 5 Fiche n° **58.774**

PETERS et H.D. BEYER. Der Entwicklungsstand isengewinnungsverfahren mit und ohne Koksein- *L'état d'avancement des travaux en matière de dés de production du fer avec et sans emploi de* — **Glückauf,** 1971, 14 octobre, p. 811/820, 6 fig.

rès avoir exposé en détail les avantages du dé de production du fer par réduction te par rapport au procédé traditionnel au fourneau ainsi que les raisons qui incitent développer ultérieurement, les auteurs décri- le mode de travail et font le point sur l'état léveloppement des principales méthodes de ction directe. Pour l'éponge de fer ainsi pro- , il existe trois possibilités d'application cipales : 1) utilisation au haut fourneau, 2) sation comme moyen de refroidissement lors de la fabrication d'acier à partir de fonte brute, 3) traitement direct pour obtenir de l'acier. La comparaison des divers procédés montre que, parmi les différentes méthodes de réduction directe, le procédé à lit fluidisé atteint des rendements qui sont voisins des meilleurs valeurs des hauts fourneaux actuels. Egalement la réduction directe dans le four à cuve est capable de rendements intéressants. Toutefois, les capacités horaires des installations de ces types n'atteignent que 10 % de celles du haut fourneau moderne. Si on se réfère aux installations capables d'une production de 500 t de fer brut/jour, les dépenses de traitement (sans les dépenses de consommation de combustibles et sans le service capital) sont du même ordre de grandeur que celles du haut fourneau classique; les frais d'investissement sont toutefois légèrement moindres. Actuellement, environ 0,6 % seulement de la production mondiale de fer brut sont obtenus par réduction directe; pour 1980, on présume que cette quote-part atteindra 4,5 %. Bien que la production de fer par réduction directe ne cesse de croître et compte tenu que parallèlement la consommation spécifique en coke dans le haut fourneau tend à diminuer, la consommation mondiale en coke continuera à augmenter jusqu'en 1980. A plus long terme, il se pourrait néanmoins que, dans les pays actuellement producteurs d'acier, on observe un recul des besoins en coke, ceci, en particulier, lorsque dans ces pays les besoins propres en acier auront atteint leur niveau de saturation et que les pays en voie de développement pourront, par leurs propres installations, couvrir leurs besoins nationaux.

Biblio. : 27 réf.

Bibliographie

G. DORSTEWITZ, A.G. MEYER, F. MAASSEN, A. MIRANI et F.L. WILKE. Unternehmungsforschung im Bergbau. Band I der Schriften für Operations Research und Datenverarbeitung im Bergbau. Recherche opérationnelle dans les mines. Volume I des Publications relatives à la R.O. et au traitement des informations dans les mines. — **Verlag Glückauf GmbH,** Essen, 1972, 204 pages, 87 fig. Nombreux tableaux. in-8°. Prix : DM 44,20.

Ce volume constitue le premier d'une série de publications relatives à la Recherche Opérationnelle (R.O.) et au traitement des données dans les mines. Il est édité sous le patronage du Professeur Dorstewitz de l'Université Technique de Clausthal, œuvrant en collaboration avec de nombreuses personnalités compétentes en la matière telles que : A.G. Meyer, F. Maassen, A. Mirani et F.L. Wilke.

Il reproduit le texte des 13 communications présentées en octobre 1971, à la Journée de la R.O. dans les Mines, qui s'est tenue à l'Institut d'Exploitation des Mines et d'Economie Minière de l'Université Technique de Clausthal.

En voici l'énumération :

1. *G. Dorstewitz.* Ce qu'est la R.O. et ce à quoi elle vise dans les mines.
2. *G. Hurck.* Recherche opérationnelle et conduite de l'exploitation.
3. *K. Schucht.* Constitution et répartition optimales de capacités, à partir de blocs et panneaux à exploiter, en prenant comme exemple la réserve de gisement du puits Monopol III.
4. *J. Klein.* Les principes à la base de la méthode d'optimisation.
5. *W. von Velsen.* Expériences récoltées lors de la conception et du développement d'un système d'information intégré.
6. *H.H. Kuhnke.* Problèmes, situation et exigences de la R.O. appliquée dans les charbonnages, le tout considéré à l'échelon d'une grande société minière.
7. *J. Elbrönd.* Un problème de transport intégré, cité à titre d'exemple d'application de la R.O. dans l'industrie minière canadienne.
8. *M. Pabel.* Le modèle de planification d'un siè expériences récoltées lors de sa mise en œuvr
9. *L. Molnar.* Planification de la production e l'écoulement, à l'aide d'un modèle d'entrepri
10. *M. Psotta.* Planification de la production vis une optimisation des résultats, à la mine d de Hattorf.
11. *U. Kropp.* Optimisation d'un transport à ba du fond vers la surface, en vue d'une extra de 15.000 t/jour.
12. *F.L. Wilke.* Modèle de calcul en vue de l misation d'un transport à bande.
13. *H. Krämer.* Etudes en vue d'une optimisatio transports à bande à G.H.H. (Gutehoffnungs Sterkrade A.G.).

Tous les auteurs — ressortissant à plusieurs na lités — sont d'éminents spécialistes de la questi jouissent d'une grande renommée dans le domai la R.O.

Les méthodes qu'applique la R.O., l'informati général et l'utilisation des ordinateurs électron fournissent dès à présent une contribution décisi traitement et à la solution de problèmes comple difficiles tels qu'il s'en présente couramment l'industrie minière. Ces techniques relativement ré pourraient être appliquées sur une plus grande é et avec plus de succès si elles étaient plus larg diffusées et mieux connues des utilisateurs poss

Aussi l'objectif essentiel de cet ouvrage est-il former clairement, sans ambiguïté et avec part les techniciens des mines — qu'ils appartienne « staff » (services fonctionnels), ou à la « ligne » vices d'exploitation) — ainsi que les étudiants ces méthodes tellement fécondes et si économiqu raison des montants relativement faibles de tem de prestations qu'elles requièrent.

Les auteurs ne donnent des aspects théoriqu mathématiques de la R.O. que ce qui est strict indispensable à une compréhension saine du text un lecteur non spécialement initié. Leur but pri est de motiver la confiance et la fiabilité do nouvelles méthodes de la R.O. sont dignes ; les a

mines, pour des problèmes bien déterminés, pour- choisir au mieux les méthodes auxquelles il con- t de recourir et juger correctement des possibilités solution et de la validité des résultats récoltés à asion d'une application.

out en restant aussi proche que possible de la que et en y puisant des exemples d'application ante, le volume 1 s'inscrit bien dans la ligne direc- de cette nouvelle série d'ouvrages techniques.

LE RONDE SUR LES TENDANCES ACTUELLES NS L'ETUDE DE L'ENDURANCE DES CABLES

Milan, Septembre 1973

OIPEEC, Organisation Internationale pour l'Etude 'Endurance des Câbles, organise à Milan, auprès Ecole Polytechnique, Istituto di Construzione delle hine, une Table Ronde sur les tendances actuelles l'étude de l'endurance des câbles.

s thèmes en discussion sont les suivants :

Raideur et déformation - Analyse des contraintes.
Essais statiques et de fatigue sur les fils. Evolution possible dans les méthodes d'essai.
Contributions récentes à l'étude de l'endurance des câbles.

Programme préliminaire.

27 septembre 1973 Thème A (9-12 h)
Thème B (15-18 h)
28 septembre 1973 Thème C (9-12 h)
Conclusions - Visites techniques (15-18 h).

Présentation des mémoires.

Les mémoires seront envoyés au Secrétariat de l'OIPEEC - prof. U. Rossetti - Politecnico - Corso Duca Abruzzi, 24 Torino *avant le 30 avril 1973.*

Le texte, en trois copies, ne doit pas dépasser les dix pages. Les langues admises sont le français et l'anglais.

Le Secrétariat assure l'envoi des textes dans le courant du mois de juillet 1973 à tous les participants à la Table Ronde.

Pour la discussion, il est prévu un service de traduction consécutive français-anglais.

Renseignements.

Pour tout renseignement complémentaire, prière de s'adresser au *Secrétariat de l'OIPEEC - Politecnico Corso Duca Abruzzi, 24 - I-10100 - Torino.*

Le programme définitif et la fiche d'inscription seront envoyés avant décembre 1972 à tous ceux qui prendront contact avec le Secrétariat de l'OIPEEC à ce sujet.

Imprimerie R. LOUIS, s.p.r.l., rue Borrens 35-43, 1050 Bruxelles
Drukkerij R. LOUIS, p.v.b.a., Borrensstraat 35-43, 1050 Brussel